

8/697

inra

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX

17 MAI 1985
UNITE CH. DES NEPHEES



BTT-60

BULLETIN TECHNIQUE

N°59 MARS 1985

trimestriel



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

**CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX**

BULLETIN TECHNIQUE

N°59 MARS 1985

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGROSCIENTIFIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THOU

BULLETIN TECHNIQUE

N° 55 MARS 1985

C.R.V. de Thon - Bords de l'Yonne - 17100 Thon

Sommaire

Les activités du laboratoire de microbiologie Ph. GOUET	5
✓ Utilisation du lactosérum complémenté pour le traitement des diarrhées des veaux C. REMESY, C. DEMIGNE	13
Production par transplantation embryonnaire de veaux monozygotes. Aspects zootechniques J.L. TROCCON, J.P. OZIL, D. CHUPIN	19
Valeur nutritive des graines de soja crues ou extrudées pour les ruminants Brigitte MICHALET-DOREAU, C. BOGAERT, D. BAUCHART	29
Alimentation hivernale des vaches laitières à faible coût de production M. JOURNET	39
✓ Composition du lait et sélection laitière chez les bovins B. BONAÏTI	51
Utilisation des hépatoprotecteurs en élevage bovin. 2 Essai d'une préparation injectable administrée à des taurillons en fin de période d'engraissement S. BAZIN, J. BARNOUIN, G. LE GARFF	57
Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations - L'indice de propreté B. FAYE, J. BARNOUIN	61
Engraissement de bœufs Normands de 2 ans avec de l'ensilage d'herbe ou de maïs A. MULLER, J.R. PECCATTE, P. D'HOUE, D. MICOL	69
En zone herbagère charolaise, les éleveurs se retrouvent en condition difficile, malgré leurs efforts techniques et de modernisation M. LHERM, D. BEBIN, G. LIENARD, J. MARZIN	77
Congrès, Symposium, Réunions internationales	103

Sommaire

1	Les activités de laboratoire de microbiologie	FR. GOUET
12	Utilisation du lactosérum complémenté pour le traitement des diarrées des vaches	C. KEMESY, C. DEMONE
19	Production par transposition embryonnaire de virus reproducteurs. Aspects zootechniques	AL. TROCCON, J. F. OZIL, D. CHUPIN
29	Valeur nutritive des graines de soja crues ou estropées pour les ruminants	Béatrice MICHALET-DOREAU, C. BOGAERT, D. BALCHART
39	Alimentation hivernale des vaches laitières à faible coût de production	M. JOURNET
51	Composition de lait et sélection laitière chez les bovins	B. BONATI
57	Utilisation des hépatoprotecteurs en élevage bovin. 2. Hépatite virale infectieuse expérimentale	S. BAXE, J. BARNOUIN, C. CHIFFART
61	Optimisation de la production des vaches laitières et des teneurs de produits	B. FAYE, J. BARNOUIN
69	Engraissement de brebis Normandes de 2 ans avec de l'ensilage de betterave ou de maïs	A. MULLER, J. R. PÉCAUT, P. D'HOUR, D. MICOL
77	En une période charnière, les éleveurs se retrouvent en condition difficile, malgré leurs efforts	M. LHERM, D. BÉGIN, G. LÉPARD, J. MARVIN
103	Congrès, Symposia, Réunions internationales	

Les activités du laboratoire de microbiologie

Ph. GOUET

Laboratoire de Microbiologie

Depuis la précédente présentation du Laboratoire de Microbiologie dans ce bulletin en 1976, les recherches du Laboratoire de Microbiologie ont sensiblement évolué, aussi bien dans les thèmes que dans la nature du travail et les techniques utilisées. La bactériologie des viandes a été transférée en 1980 à la Station de Recherches sur la Viande et les recherches sur l'ensilage sont restées stationnaires. L'Unité de pathologie et d'écologie microbienne digestive, après avoir mis au point un vaccin contre la diarrhée à *E. coli* entérotoxigène, s'intéresse maintenant aux *E. coli* à caractère septicémique en approfondissant l'étude des voies biochimique et génétique de la biosynthèse de certains facteurs de virulence.

Les recherches sur les interactions entre la microflore digestive et certains pathogènes (virus, parasites) se sont développées en collaboration avec d'autres équipes. Enfin un nouveau thème, appelé à un fort développement, est apparu avec l'étude des microbes du rumen.

Cette évolution a été rendue possible grâce à une certaine mobilité thématique et géographique des chercheurs de l'INRA et l'arrivée de plusieurs chercheurs ou chercheurs-enseignants du CNRS et de l'Université de Clermont-Ferrand. Elle a aussi été facilitée par le développement des collaborations avec d'autres laboratoires de l'INRA et de l'Université, aux niveaux national et régional et par l'acquisition d'équipements lourds tels que la microscopie électronique à transmission et à balayage.

Biotechnologie des ensilages (Ph. GOUET)

Par sa mécanisation, son coût relativement faible et son aptitude à s'affranchir des aléas climatiques, l'ensilage est devenu une des meilleures techniques de conservation des fourrages. Ce produit résulte de la conservation d'un fourrage humide par une fermentation acidifiante à dominante généralement lactique qui doit limiter l'acétogenèse et bloquer la butyrogenèse et l'ammoniogenèse. Toutes ces fermentations sont le fait de bactéries dont la nature, le délai d'apparition et la vitesse de croissance sont déterminants pour la qualité du produit conservé.

Après avoir mis au point des modèles gnotoxéniques (c'est-à-dire dont la composition de la microflore est parfaitement connue) qui nous ont permis d'analyser *in situ* les activités fermentaires des principales espèces bactériennes individuellement ou en association, notre effort a porté principalement sur l'amélioration de la vitesse et de l'efficacité de la fermentation lactique par inoculation de souches sélectionnées. En précisant les espèces à utiliser, la taille et les conditions de croissance des inoculums, leur conditionnement, le niveau de complémentation en glucides fermentescibles des fourrages, nous avons pu proposer dès 1977 un conservateur biologique efficace et contribué à la moralisation d'un marché qui devenait totalement anarchique.

Actuellement, l'activité du Laboratoire dans ce domaine est stationnaire compte tenu du développement de secteurs nouveaux, en particulier de la microbiologie du rumen.

L'ensemble de ces recherches microbiologiques, biochimiques et technologiques font partie intégrante des biotechnologies et l'on doit s'attendre à court terme, à des progrès nouveaux grâce aux applications du génie génétique.

Activités de l'unité de pathologie et écologie digestive (M. CONTREPOIS, J.P. GIRARDEAU, M. DER VARTANIAN, Ph. GOUET)

Le tube digestif, particulièrement au niveau du côlon et du caecum, constitua un biotope où prolifère une microflore extrêmement abondante et variée. Celle-ci subit l'influence de l'hôte en même temps qu'elle réagit sur ses fonctions physiologiques et nutritionnelles. Quand le système est en équilibre, elle exerce le plus souvent là où elle est présente, et parfois même à distance, une protection directe ou indirecte à l'égard des bactéries dangereuses de l'environnement. Par contre, dès que l'hôte subit un stress, celui-ci se répercute jusqu'à la flore qui se trouve déséquilibrée et incapable de résister par elle-même, laissant alors émer-

ger les agents pathogènes sous-dominants. Mais les fonctions de la flore ne s'exercent pas uniformément tout au long du tube digestif et de la vie de l'animal. Chez le monogastrique, la flore est particulièrement active là où elle est concentrée, c'est-à-dire à partir de l'iléon distal. En outre, elle n'atteint sa complète maturité qu'après le sevrage de sorte que le nouveau-né qui naît stérile, se trouve particulièrement démuni contre l'agression microbienne. Ceci explique que la pathologie digestive constitue la pathologie dominante du nouveau-né et du très jeune animal.

En France, des centaines de milliers d'animaux meurent chaque année avant l'âge d'un mois d'affections digestives provoquées par des agents infectieux. Ceux-ci se répartissent entre bactéries, virus et parasites. Parmi les bactéries, nous nous sommes pour le moment, intéressés au groupe de *Escherichia coli* qui provoque la « diarrhée colibacillaire », pathologie qui se situe au premier rang par sa fréquence et sa gravité. Schématiquement, on peut distinguer dans ce groupe deux catégories : dans la première, les cellules bactériennes sont localisées exclusivement dans l'intestin, alors que dans la seconde, les cellules peuvent pénétrer la muqueuse intestinale et devenir septicémiques. L'épidémiologie, la pathogénie, la physiologie et la génétique de certains facteurs de virulence de ces souches ont été simultanément ou successivement abordées. En outre l'étude de plusieurs interactions entre germes pathogènes (*E. coli*-rotavirus) ou entre microflore et pathogènes (coccidies-*E. coli*) ont aussi été entreprises.

Les diarrhées colibacillaires à caractère entérotoxique : épidémiologie, pathogénie et prévention (M. CONTREPOIS, J.P. GIRARDEAU, Ph. GOUET)

Les diarrhées colibacillaires sont déclenchées par le développement anormal de certains types de *E. coli* dans le grêle proximal. Ces cellules se fixent sur les entérocytes de l'intestin grâce à une (ou des) structure (s) qu'elles synthétisent à leur périphérie (longs et fins filaments, photo 1) que l'on appelle adhésine (s) et elles sécrètent une (ou plusieurs) toxine (s) au niveau du tissu cible. Ce contact entraîne un flux d'eau et d'électrolytes vers la lumière intestinale et par là-même, la diarrhée. Les adhésines et les entérotoxines sont des facteurs de virulence et les souches qui les portent sont communément appelées ECET (*E. coli* entérotoxigènes, ETEC en anglais).

Nos études épidémiologiques ont montré que les diarrhées colibacillaires affectent essentiellement les très jeunes veaux âgés de moins de cinq jours et représentent jusqu'à la moitié des cas de diarrhée des veaux de moins de trois jours.

Le facteur d'adhérence le plus communément rencontré est appelé K99 (*E. coli* K99+). En microscopie électronique, K99 se présente sous forme de fins filaments de 3 nm de diamètre et de 3000 nm de long dont la densité compose une véritable fourrure autour de la cellule bactérienne. Injectés à un animal ces filaments provoquent la formation d'anticorps (IgG1 principalement) qui en bloquant les sites récepteurs sur la cellule bactérienne inhibent l'adhérence aussi bien *in vivo* que *in vitro*. L'application de ce phénomène est à la base de la prévention de la diarrhée colibacillaire par vaccination des mères au cours de la gestation qui enrichit le colostrum en anticorps et protège les veaux qui l'absorbent. Cette vaccination constitue une excellente prophylaxie qui a justifié de notre part la prise d'un brevet dont

l'exploitation est assurée par Rhône-Mérieux sous le nom commercial de IMOCOLIBOV.

L'étiologie et la pathogénie des colibacillooses entérotoxiques du jeune veau sont maintenant bien connues et l'essentiel des problèmes posés par ce type d'infection a été résolu. Les moyens prophylactiques et thérapeutiques actuels sont suffisants pour permettre un contrôle efficace de cette maladie. Malheureusement, celle-ci sévit encore trop souvent dans les élevages bovins et provoque toujours la mort de nombreux animaux. Son éradication dépend maintenant plus de la vulgarisation, de la diffusion et de la bonne application des connaissances scientifiques acquises que de la Recherche proprement dite.

Les techniques développées à l'occasion de l'étude de l'adhésine K99 et les résultats acquis ont permis de mettre en évidence de nouvelles adhésines de *E. coli* associées ou non à K99 (FY, F31a) et sensiblement plus rares. Compte tenu de l'importance des structures de surface dans la virulence, nous nous efforçons d'approfondir leur étude biochimique ; une grande partie de l'activité est ainsi consacrée à la mise au point de techniques de purification, de dosage et de détection des protéines de surface et du lipopolysaccharide.

Les diarrhées colibacillaires à caractère septicémique (M. CONTREPOIS, J.P. GIRARDEAU, M. DER VARTANIAN)

Certaines souches fréquemment isolées de jeunes veaux atteints de diarrhées, ne sécrètent pas d'entérotoxines mais peuvent adhérer *in vitro* aux entérocytes avec des adhésines différentes de K99. Inoculées à des veaux axéniques n'ayant pas ingéré de colostrum, ces souches se révèlent virulentes puisqu'elles peuvent entraîner la mort des animaux. L'étude de leur pouvoir pathogène *in vivo* révèle des propriétés invasives lorsque les barrières immunologiques ou écologiques sont simplifiées, ainsi que des lésions intéressantes.

Parallèlement aux aspects pathogéniques, nous avons entrepris une étude génétique susceptible de nous aider à déterminer certains mécanismes de la virulence. Celle-ci s'est orientée vers l'aptitude de ces souches à capter le fer libre extracellulaire de l'hôte, indispensable à leur croissance. Pour y parvenir ces bactéries possèdent des « systèmes », véritables facteurs de virulence, qui combinent des capteurs du fer (sidérophores) dans le milieu extérieur et des protéines de la membrane externe qui permettent la pénétration des sidérophores dans le cytoplasme bactérien. Le « système » propre à ces souches a été élucidé (aérobactine) et le déterminisme génétique de la biosynthèse des protéines clefs, non seulement amélioreront les connaissances sur un problème important, mais nous aideront aussi à connaître les « points faibles » de la bactérie et à mieux la neutraliser.

Interactions entre germes pathogènes (M. CONTREPOIS, Ph. GOUET)

L'étiologie des diarrhées du nouveau-né ne se limite pas au seul *E. coli* et l'on trouve régulièrement des virus (rotavirus et coronavirus) et des parasites (cryptosporidies et coccidies). Les animaux axéniques que nous savons produire, constituent dans ce

domaine un outil particulièrement précieux. Nous avons pu montrer sans équivoque un effet synergique de l'infection colibacillaire sur une infection à rotavirus : ainsi l'inoculation simultanée de rotavirus et *E. coli* K99 à des doses non léthales quand elles sont séparées, entraîne une diarrhée très sévère se terminant par la mort de l'animal en état de déshydratation.

Les coccidies sont fréquentes chez les veaux et agneaux au-delà d'une à deux semaines. Bien que la coccidiose ne provoque chez ces espèces qu'une morbidité et une mortalité modérée, elle n'en reste pas moins un modèle intéressant de l'adaptation étroite d'un parasite à son biotope. Ce parasite a un cycle *intracellulaire* et chez l'agneau nous avons retrouvé un phénomène déjà observé chez les volailles. En effet, inoculé à des agneaux axéniques, *Eimeria ovinoïdalis*, spécifique de cette espèce animale, ne se développe pas et bien entendu ne peut provoquer de pathologie. Ainsi, l'absence de flore inhibe dans ce cas la multiplication du parasite qui ne trouve plus dans son biotope les facteurs nécessaires. Inoculé à des agneaux conventionnels, il provoque au moment de son émergence dans le tube digestif (15 à 17 jours post inoculation) un bouleversement de la microflore et des mécanismes d'inhibition des germes pathogènes ; ceux-ci peuvent alors se multiplier et entraîner des pathologies parfois sévères. Ainsi, les coccidioses pourraient bien être une cause de bactérioses surinfectantes et expliquer nombre de cas de diarrhées de la seconde quinzaine de la vie.

L'étude des mécanismes va être approfondie mais elle nécessite une modélisation sur animaux de laboratoire qui est déjà en cours.

La cryptosporidiose est une parasitose grave provoquant des diarrhées chez le jeune et dont l'importance qu'elle semble devoir prendre va la situer au même rang que les viroses et les bactérioses. *Cryptosporidium* est un protozoaire. *Parasite extracellulaire*, il se fixe sur les entérocytes aux niveaux de l'iléon et du côlon. Cet agent semble dépourvu de spécificité de sorte que la contamination entre hôtes d'espèces différentes est possible. En collaboration avec des parasitologues (Dr. Yvoré) nous avons montré chez des agneaux et chevreux axéniques ou gnotoxéniques que les cryptosporidies étaient bien une cause primaire de pathologie entérique. De plus, le développement parasitaire entraîne des perturbations par l'arrivée dans le côlon de nutriments mal digérés, lipides particulièrement, qui sont susceptibles d'entraîner des fermentations microbiennes anormales.

A côté des thèmes généraux évoqués jusqu'à présent, nous avons été amenés à étudier seuls ou en collaboration, des sujets plus ponctuels mais non moins intéressants tels que : colonisation microbienne du tube digestif chez le nouveau-né en utilisant le raton comme modèle, rôles de la flore dans la biodisponibilité de l'ampicilline ou dans la digestion de l'amidon chez l'agneau.

Unité de Microbiologie du rumen (G. FONTY, J. DORE, G. GAUDET, Ph. GOUET)

Les micro-organismes sont essentiels à la vie des animaux herbivores incapables de digérer par eux-mêmes les parois végétales de structure polysaccharidique. Les micro-organismes transforment les polysaccharides en métabolites utilisables pour l'énergie et la croissance de l'animal hôte. Chez les herbivores ruminants, les conditions les plus favorables à la croissance

microbienne se situent dans le *rumen*, compartiment maintenu à 39°C dont le volume peut atteindre 150 à 200 litres chez la vache. Les aliments sont dégradés par une microflore contenant 10^{10} bactéries/ml, 10^5 - 10^6 protozoaires, parfois même des champignons et qui font de ce biotope le plus riche de ceux actuellement connus pour leur concentration microbienne. Ces microbes ont tous un métabolisme anaérobie obligatoire. La phase liquide est assurée par l'eau de boisson mais plus encore par la salive qui tamponne l'ensemble par ses apports de bicarbonates et phosphates, lesquels avec l'ammoniaque, maintiennent un pH de 6,5 qui permet la croissance des micro-organismes. Bien qu'il soit mélangé par les contractions du rumen, le contenu solide ne constitue pas une phase homogène en raison de la grande diversité de tailles des particules en transit. Une caractéristique majeure de la plupart des microbes du rumen réside dans leur aptitude à adhérer aux parois (photo 2) et aux particules alimentaires. On estime que les trois quarts de la population est ainsi fixée, ce qui permet aux microbes de concentrer l'activité de leurs enzymes sur des cibles de volumes limités et de mieux profiter des nutriments libérés pour leur croissance. De plus, ces microbes bénéficient du séjour prolongé des particules et ils ne sont pas entraînés dans la phase liquide qui risquerait d'en éliminer une partie.

Les réactions présentes dans le rumen sont des fermentations anaérobies strictes qui produisent des acides acétique, propionique, butyrique, en grandes parties absorbés *in situ*, H_2 , CO_2 et du CH_4 formé par réduction d'une partie du CO_2 .

Dans cet écosystème anaérobie, la digestion résulte d'un ensemble extrêmement complexe d'interactions entre l'animal, les microbes et l'aliment. Quarante à soixante-dix pour cent des constituants azotés, 85 à 95 p.100 des polysides digestibles des parois, la quasi totalité de l'amidon et la totalité des glucides solubles sont dégradés dans le rumen. Les acides gras volatils produits fournissent de 60 à 75 p.100 de l'énergie métabolisable du ruminant, tandis que les protéines des corps microbiens venant du rumen apportent 50 à 70 p.100 des acides aminés absorbés dans l'intestin.

L'Unité de Microbiologie du rumen a été créée en 1979 avec l'arrivée d'un chercheur du CNRS (détaché du Laboratoire de Protistologie de l'UER de Clermont II) puis a commencé à s'étoffer avec deux chercheurs de l'Université et un de l'INRA. Les recherches se font en collaboration avec l'Université (Laboratoire de Protistologie et Laboratoire de Microbiologie) et des laboratoires INRA impliqués dans les études sur le rumen (Laboratoire de la Digestion et Laboratoire des Aliments). L'objectif est d'améliorer nos connaissances sur le fonctionnement du rumen par l'étude des facteurs bactériens qui conditionnent le rendement des fermentations et de la biomasse : écologie des populations, interactions entre espèces (syntrophie), physiologie des espèces dominantes, mécanismes de l'adhérence aux particules et aux parois, biosynthèse enzymatique, fermentations.

Les études *in vivo* sont effectuées jusqu'à présent sur des agneaux conventionnels ou gnotoxéniques. Ces derniers naissent par césarienne aseptique et sont immédiatement placés dans un environnement stérile (bulle stérile appelée « isolateur », air stérile, aliments et matériels stériles...) (photo 3). Ils sont alors inoculés exclusivement avec les souches bactériennes dont on veut étudier les effets pathologiques, nutritionnels ou autres. Ces animaux gnotoxéniques constituent un outil de choix pour ce type de recherches.

Les études *in vitro* nécessitent des précautions très particulières compte tenu du métabolisme anaérobie strict des souches du rumen. La présence d'oxygène étant létale pour elles, toutes les manipulations doivent être faites à un potentiel d'oxydo-réduction inférieur à -350 mv. On utilise à cet effet des « chambres anaérobies » dont l'atmosphère est composée de gaz carbonique (90-95 p.100) et d'hydrogène (5-10 p.100) et où toute trace d'oxygène doit être impérativement éliminée. Comparativement aux bactéries aérobies les manipulations des anaérobies sont beaucoup plus longues, voire fastidieuses, ce qui explique en grande partie le décalage de nos connaissances entre ces deux groupes bactériens.

Implantation des cellulolytiques dans le rumen (G. FONTY, Ph. GOUET)

La quasi totalité des travaux effectués dans le domaine de la microbiologie du rumen concerne presque exclusivement l'animal adulte et la période d'implantation des bactéries cellulolytiques n'avait jamais été étudiée. Aussi nous nous sommes attachés à suivre les cinétiques d'implantation de la microflore anaérobie stricte qui inclut les populations de cellulolytiques et des protozoaires. Les résultats obtenus chez des agneaux conventionnels ont révélé le caractère original de la microflore qui colonise le rumen dès la naissance alors que celui-ci n'est pas encore fonctionnel. Il faut souligner la domination des anaérobies stricts dès l'âge de deux jours et l'apparition des bactéries cellulolytiques dès la première semaine, c'est-à-dire avant toute consommation d'aliment solide et alors que le rumen n'est nullement fonctionnel.

Les protozoaires ciliés apparaissent au cours de la deuxième semaine et ils disparaissent vers deux mois chez deux tiers des agneaux, et ce, pendant une période d'une semaine à un mois. En aucun cas, les protozoaires ne s'implantent avant les bactéries. A cet égard, une expérience très significative a consisté à maintenir pendant un mois des animaux à l'état axénique (c'est-à-dire bactériologiquement stérile) et d'autres animaux inoculés avec une flore complexe (gnotoxéniques) mais de composition parfaitement définie. Une fois sortis des isolateurs qui les maintenaient à l'abri de toute contamination, les protozoaires sont apparus en deux à trois jours chez les gnotoxéniques alors qu'il a fallu près de deux semaines pour retrouver la même situation chez les axéniques ! Une microflore bactérienne, de composition certainement complexe est donc nécessaire à l'élaboration du biotope où les protozoaires peuvent s'implanter.

Si nous ignorons encore les mécanismes de l'évolution de la microflore, nous savons d'ores et déjà que la colonisation du rumen comme de tout autre écosystème anaérobie ou aérobie, et

par quelque groupe microbien que ce soit, ne se fait nullement au hasard des rencontres entre la cellule microbienne et l'hôte qui l'hébergera plus tard. Bien au contraire, et cela a déjà été démontré chez des animaux de laboratoire pour quelques espèces bactériennes, la colonisation se fait selon des séquences très précises. Celles-ci dépendent du biotope qui évolue sans cesse de la naissance au sevrage avec la composition physicochimique de l'épithélium, les sécrétions digestives, l'alimentation et la microflore en place.

Les résultats obtenus aujourd'hui montrent bien que le fonctionnement microbien du rumen se met en place dès le plus jeune âge et que l'étude de cette période doit être poursuivie.

Etude de *B. succinogenes* (Mme G. GAUDET)

Parmi les principales espèces cellulolytiques du rumen, *Bacteroides succinogenes* est particulièrement intéressant par son aptitude à assurer seul une dégradation totale de la cellulose. Aussi l'étude de l'ultrastructure, de la biosynthèse du complexe cellulasique et de l'adhérence au substrat cellulosique de cette souche sont en cours d'étude. Cultivées sur la cellulose (papier filtre) comme seule source de carbone, les bactéries adhèrent au substrat et, à l'examen en microscopie électronique on note une accumulation de « vésicules » entre les crops bactériens et le substrat (photo 4). Ces vésicules sont constituées par des fragments de la membrane externe et elles pourraient être le vecteur des « cellulases » ; cette hypothèse vraisemblable reste néanmoins à vérifier.

Les recherches sur le fonctionnement du rumen doivent connaître un développement important au CRZV dès 1985. La Microbiologie restera focalisée sur la cellulolyse et les bactéries cellulolytiques : écologie, physiologie de ces souches, ultrastructure, enzymologie. Les collaborations en cours ou à venir avec l'Université et le CNRS vont permettre d'étudier les champignons anaérobies du rumen ainsi que leurs fonctions. Les aspects physico-chimiques de l'adhérence des bactéries et les interactions métaboliques (syntrophie), les fermentations, les mécanismes d'action des antibiotiques ionophores seront abordés et certains aspects de la génétique des anaérobies le seront, dès que les recrutements de chercheurs nouveaux le permettront.

L'approfondissement des recherches en microbiologie du rumen enrichira très vite nos connaissances sur les microbes anaérobies et aura des retombées importantes sur l'ensemble des écosystèmes anaérobies (côlon, caecum des herbivores et des monogastriques) et sur des secteurs aussi variés que la fermentation industrielle, la méthanisation et l'épuration des effluents polluants.

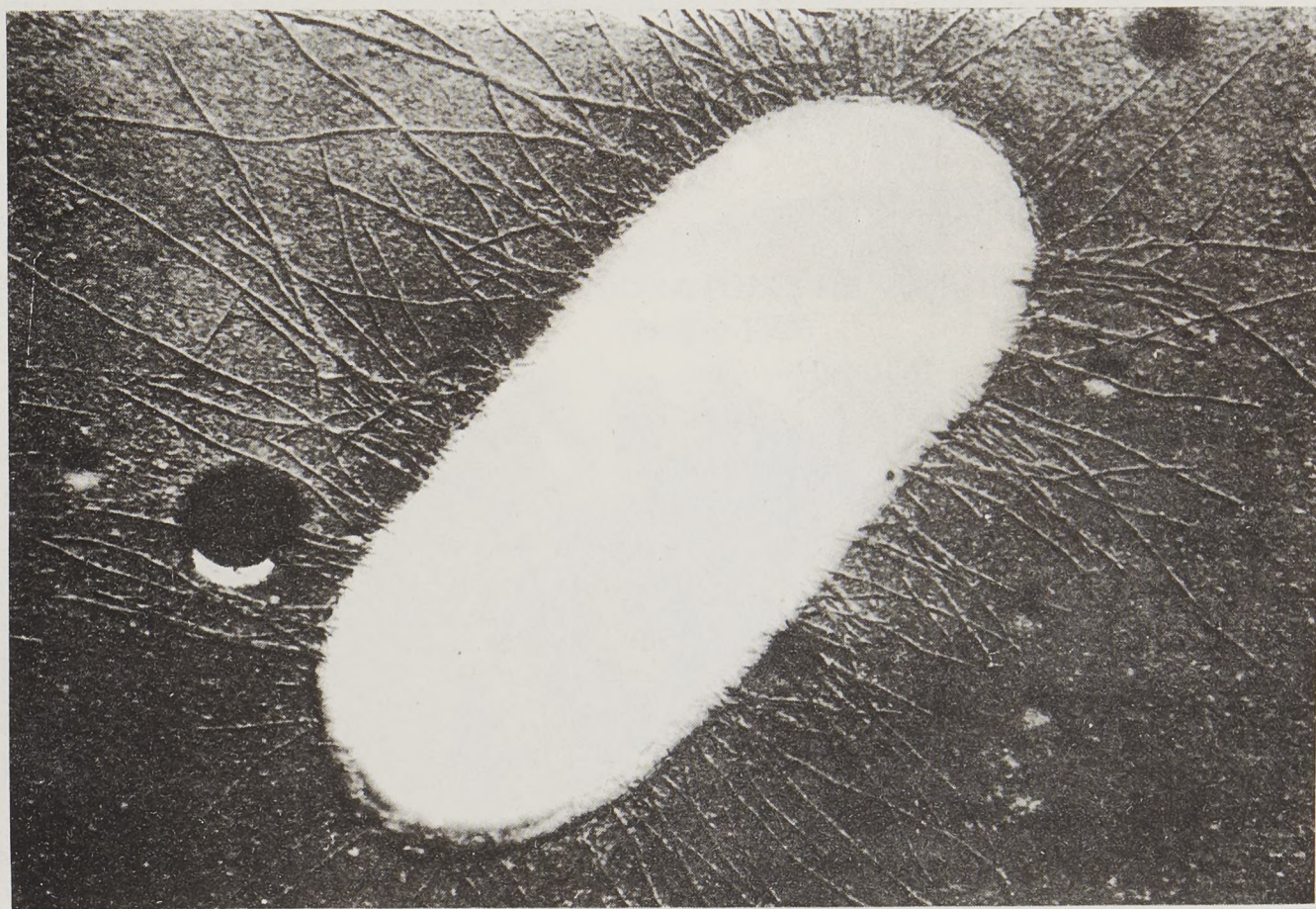


Photo 1 : *Cellule de Escherichia coli entourée de « pili »*
Grossissement : $\times 36\,000$

(Photo INRA-Theix - Microbio - B. Gaillard)



Photo 2 : *Bactéries adhérentes à la paroi du rumen*
Grossissement : $\times 5\,000$

(Photo INRA-Theix - Microbio - B. Gaillard)

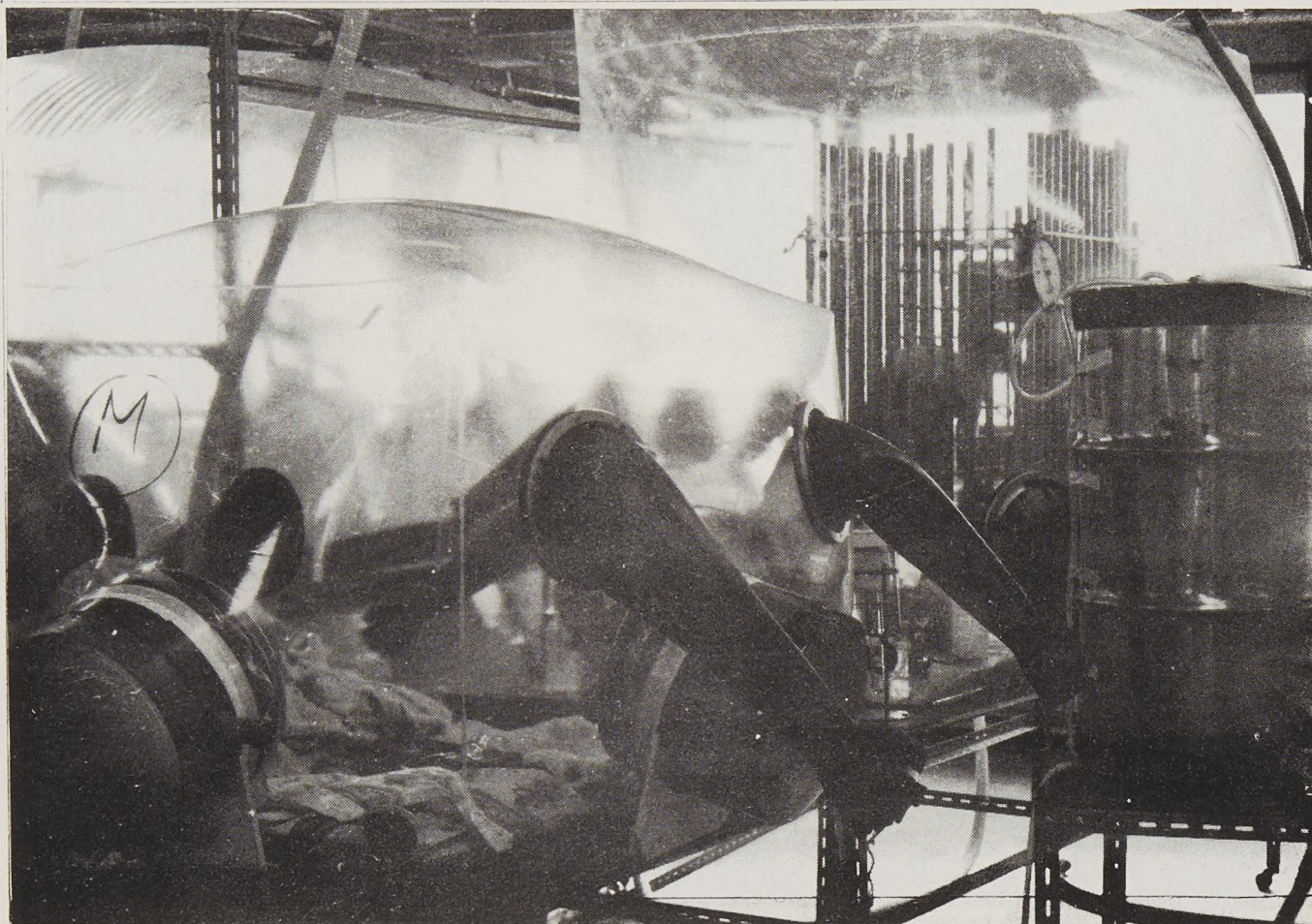


Photo 3 : *Isolateurs pour l'élevage d'animaux axéniques ou gnotoxéniques*
On aperçoit un agneau à l'intérieur de la cage.

(Photo INRA-Theix - Microbio - B. Jaffeux)

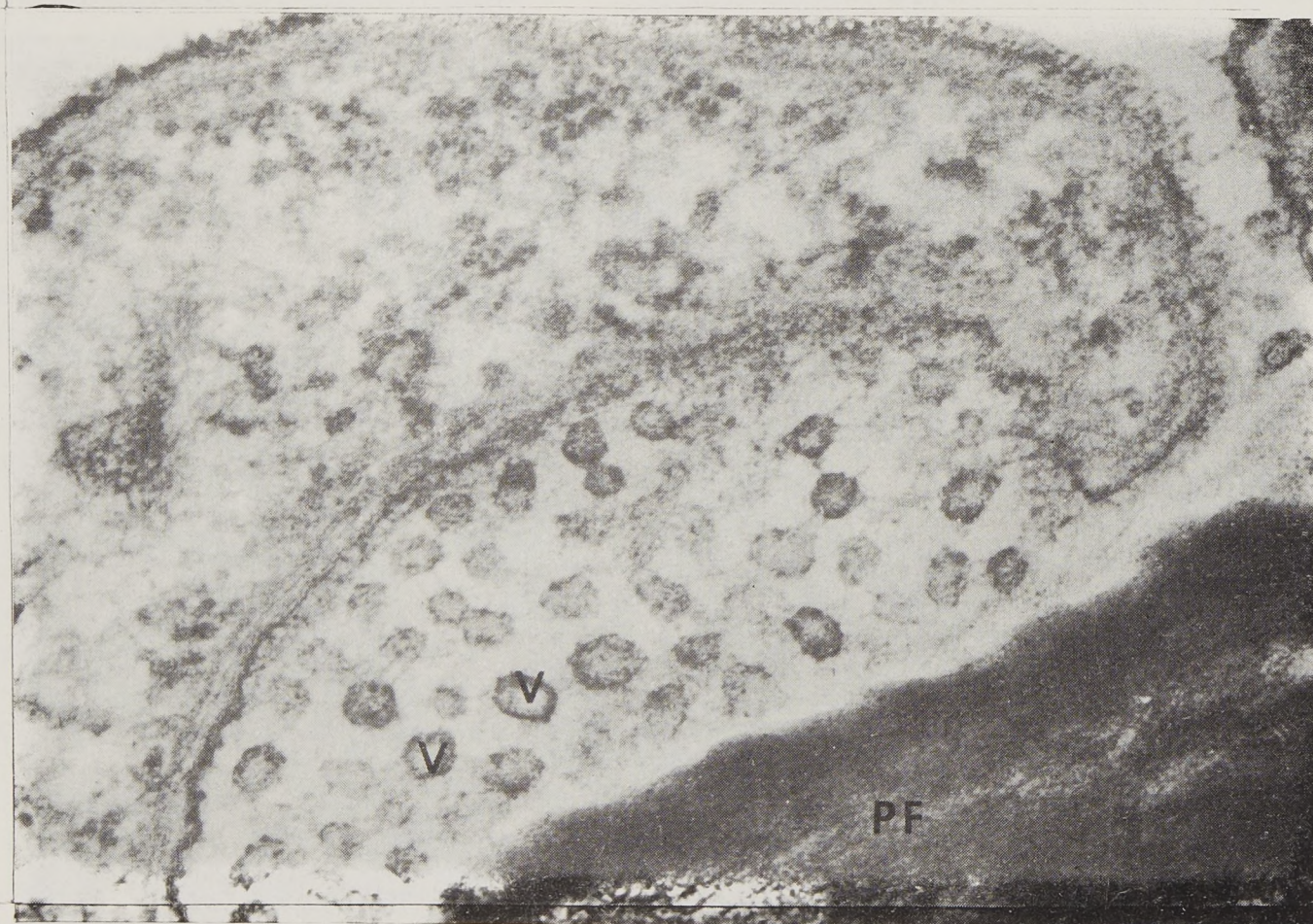


Photo 4 : *Coupe d'une cellule de Bactéroïdes succinogenes (espèce cellulolytique) adhérente à une fibre de cellulose (papier filtre pf). Des vésicules (v) membranaires, vraisemblablement vectrices d'enzymes cellulases, sont focalisées dans des poches situées à l'interface entre le substrat et les bactéries.*
Grossissement : $\times 100\,800$

(Photo INRA-Theix - Microbio - B. Gaillard et G. Gaudet)

PERSONNEL DU LABORATOIRE DE MICROBIOLOGIE
(Janvier 1985)

Chercheurs : GOUET Philippe
CONTREPOIS Michel
DORE Joël
X....
FONTY Gérard (C.N.R.S.)
BRETON André (Université)
DER VARTANIAN Maurice
GIRARDEAU Jean-Pierre
BRUNEL André (Université)
GAUDET Geneviève (Université)

Techniciens : ANDANT Gérard
BERTIN Yolande
CHAVAROT Michel
De MARTRIN Christophe
* GAILLARD Brigitte
GOUET Josette
JAFFEUX Bernard
RIBOT Yves
RIVAILLIER Germaine
VERT Gérard

Administratif : PEYRAT Jacqueline

Etudiants 3^{ème} Cycle : MOHAMED OUSAID Ahmed
MRANI BELKEBIR Amina
FALLAH Bouchra
BOULAHROUF Abderrahmane

* Responsable du Service de Microscopie électronique du CRZV
de Theix

REPORT OF THE LABORATORY OF THE ROYAL CANADIAN MOUNTED POLICE
(1960-1961)

THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE WORK DONE BY THE LABORATORY OF THE ROYAL CANADIAN MOUNTED POLICE DURING THE YEAR 1960-1961.

AND THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE WORK DONE BY THE LABORATORY OF THE ROYAL CANADIAN MOUNTED POLICE DURING THE YEAR 1960-1961.

THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE WORK DONE BY THE LABORATORY OF THE ROYAL CANADIAN MOUNTED POLICE DURING THE YEAR 1960-1961.

THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE WORK DONE BY THE LABORATORY OF THE ROYAL CANADIAN MOUNTED POLICE DURING THE YEAR 1960-1961.

THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE WORK DONE BY THE LABORATORY OF THE ROYAL CANADIAN MOUNTED POLICE DURING THE YEAR 1960-1961.

THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE WORK DONE BY THE LABORATORY OF THE ROYAL CANADIAN MOUNTED POLICE DURING THE YEAR 1960-1961.

THE FOLLOWING IS A SUMMARY OF THE WORK DONE BY THE LABORATORY OF THE ROYAL CANADIAN MOUNTED POLICE DURING THE YEAR 1960-1961.

Utilisation du lactosérum complémenté pour le traitement des diarrhées des veaux

C. REMESY et C. DEMIGNE

Laboratoire des Maladies métaboliques

Au cours des 10 dernières années, la technique de la réhydratation par voie orale s'est considérablement développée pour le traitement symptomatique des diarrhées.

Dans le domaine de la pédiatrie, une formule très simple a été proposée par l'O.M.S. et de nombreux réhydratants issus de ces recommandations sont fabriqués et distribués dans le monde entier.

En médecine vétérinaire, bien que l'utilisation de la formule O.M.S. puisse donner des résultats intéressants (à condition d'exclure le saccharose), les laboratoires ont mis au point des réhydratants ne contenant pas de bicarbonate, avec une composition plus complexe et souvent plus efficace. Dans tous les cas, l'utilisation de la réhydratation par voie orale a permis non seulement d'éviter des interventions plus compliquées et plus coûteuses mais de diminuer la gravité de la maladie ou la mortalité. Il faut souligner cependant que d'autres mesures permettent d'abaisser sensiblement la morbidité (nutrition équilibrée des mères et vaccinations adéquates, hygiène de vêlage, distribution optimale de colostrum).

Les réhydratants utilisés jusqu'à présent étaient entièrement synthétiques et ne permettaient pas de nourrir correctement l'organisme qui pouvait donc s'affaiblir gravement après le 3^{ème} jour de traitement si la diarrhée n'avait pas encore cessé.

Le travail présenté dans cet article concerne l'utilisation du lactosérum et vise donc à pallier cet inconvénient. Nous n'aborderons pas les autres possibilités de traitement ni l'opportunité d'utiliser les antibiotiques (REMESY *et al.*, 1985).

Origine des diarrhées

Les diarrhées infectieuses représentent la plus grande partie des cas graves. Elles sont souvent difficiles à identifier dans la mesure où il existe sans doute divers facteurs « de terrain » (vigueur des animaux, immunité colostrale) ainsi que différents

agents pathogènes (bactéries, virus, voire protozoaires et infections mixtes).

Parmi les bactéries, les entérobactéries du type *Escherichia coli* sont présentes chez tous les jeunes animaux. Toutefois, seules sont pathogènes les espèces capables de synthétiser des toxines agissant au niveau du tube digestif (entérotoxines) ainsi que des structures d'attachement à la paroi intestinale de l'hôte (type antigène K 99 ou Y chez le veau, GIRARDEAU *et al.*, 1980 ; K88 chez le porcelet). Des virus constituent une seconde cause de diarrhées : deux types peuvent être impliqués : rotavirus et coronavirus. Les infections mixtes (*E. coli* + virus) se rencontrent également et peuvent être particulièrement graves.

A côté des principaux agents cités, des cas de diarrhées sont dus à *Salmonella*, *Pasteurella*, *Welchia perfringens*, ou d'autres bactéries pathogènes. Par ailleurs, des cryptosporidies, protozoaires du groupe des coccidies, ont été rendues responsables de cas de diarrhées, sans doute par atrophie des villosités (MASSIP *et al.*, 1983).

La diarrhée peut aussi avoir une origine nutritionnelle : composition et concentration du lait déséquilibrées, mode et fréquence d'administration inadéquats.

Mode d'action des agents pathogènes

Les diarrhées colibacillaires traduisent une hypersécrétion nette, dans l'intestin grêle, d'eau et d'électrolytes sous l'action des agents pathogènes qui peuvent agir par des mécanismes très divers. En même temps, certains processus d'absorption peuvent être ralentis, ce qui conduit à des pertes importantes d'eau et de minéraux dans les fèces. La composition du fluide diarrhéique est voisine de celle du plasma : riche en sodium, chlorure et bicarbonate. Des électrolytes du milieu intracellulaire (potassium, magnésium, phosphore) se rajoutent à ces pertes, à la suite de l'acidose qui favorise la fuite de ces ions hors des cellules. La

perte accrue d'électrolytes se localiserait dans les cryptes de Lieberkühn où se forment les entérocytes alors que l'absorption s'effectue principalement par les cellules matures du sommet des villosités (FIELD, 1981). Les mécanismes impliqués dans ces mouvements d'eau et d'électrolytes sont très complexes. Les bactéries telles que *E. coli* agissent par l'intermédiaire d'entérotoxines, comme dans le cas du choléra (DUBOURGUIER *et al.*, 1978), ce qui modifie les concentrations des messagers cellulaires tels que l'AMPc, le GMPc ou le Ca^{++} . La concentration de ces messagers contrôlant les mouvements ioniques de la cellule intestinale peut être aussi modifiée par diverses hormones (VIP), divers agents pharmacologiques (indométhacine, loperamide, morphine) voire par certains neuromédiateurs (enképhalines).

Les mécanismes précis d'action de *Salmonella* (POWELL *et al.*, 1971) et *Pasteurella* sont beaucoup moins connus ; certaines infections intestinales du type *Cryptosporidia* ne se traduisent pas par une forte sécrétion d'eau et d'électrolytes.

Les virus semblent agir en endommageant les villosités intestinales par prolifération à l'intérieur des cellules épithéliales : la muqueuse peut alors être érodée avec la présence de cellules épithéliales immatures, déficientes du point de vue digestion et réabsorption. Théoriquement, lorsque les virus agissent seuls, ils ne provoquent pas d'hypersécrétion au niveau des cryptes. On considère que les coronavirus sont plus virulents que les rotavirus.

Mécanismes de l'hypersécrétion intestinale

Les pertes hydriques dans l'intestin grêle proviennent principalement de la sécrétion de sodium, de chlorure et de bicarbonate puisque les transferts d'eau visent à équilibrer la pression osmotique de part et d'autre de la paroi intestinale. En fait, le passage du sodium dans l'intestin se ferait passivement à la suite des pertes de chlorure ou de bicarbonate (FIELD, 1981). Paradoxalement, l'élévation du pH dans la lumière diminue la vitesse d'absorption du bicarbonate au niveau du jéjunum. De plus, les chlorures sont surtout absorbés dans l'iléon ; or cette absorption est freinée à ce niveau sous l'action des entérotoxines, ce qui aggrave les conséquences des pertes en chlorure provenant du jéjunum (FIELD, 1981). Il existe, au niveau du côlon comme dans l'iléon, un transport actif de Na^+ et Cl^- . L'absorption de ces ions serait stimulée dans les cas de diarrhées par la sécrétion d'aldostérone mais cette régulation est largement insuffisante pour empêcher l'apparition de la diarrhée. Certaines diarrhées ont une origine purement colique : il s'agit de diarrhées nutritionnelles provenant d'un trop fort dosage en glucides (amidon ou produits d'hydrolyse de l'amidon, lactose, etc...). Il se développe alors des fermentations très acides et riches en acide D- et L- lactique dont la mauvaise absorption dans le gros intestin est responsable d'un appel d'eau et du phénomène diarrhéique.

Mécanisme de la stimulation de l'absorption de l'eau et du sodium

La dégradation et l'absorption des nutriments ont lieu princi-

palement dans l'intestin grêle grâce aux nombreuses enzymes d'origine intestinale ou pancréatique.

Les capacités d'échanges d'eau et des électrolytes de l'intestin grêle sont considérables. Les mouvements d'eau (sécrétion, absorption) sont bidirectionnels ce qui permet d'ajuster la pression osmotique du contenu intestinal. Ces mouvements sont passifs et l'absorption d'eau dépend de celle des électrolytes ou des divers solutés tels que le glucose ou les acides aminés.

La digestion des lipides aboutissant principalement à des composés hydrophobes interfère peu avec l'absorption d'eau. Par contre, la digestion des protéines et des glucides jusqu'au stade acides aminés ou oses simples (glucose, galactose) peut stimuler l'absorption du sodium et de l'eau.

En bref, ces substrats peuvent passer dans la cellule intestinale par simple diffusion mais ceci suppose qu'ils soient en très forte concentration dans la lumière intestinale, ce qui n'est pas le cas dans les processus habituels de la digestion. En fait, l'absorption du glucose, du galactose et de la majorité des acides aminés s'effectue par l'intermédiaire d'un cotransport avec le sodium. La molécule de transporteur, présente sur la membrane, fixe à la fois une molécule de glucose (ou d'acide aminé) et un ion sodium. La molécule de glucose est incapable de se fixer au transporteur en l'absence de sodium (fig. 1).

Après la formation de ce complexe ternaire, le gradient de sodium (les concentrations dans la lumière sont élevées et celles de la cellule sont faibles) déplace le transporteur membranaire vers la surface interne de la membrane. A ce niveau, le transporteur libère le sodium et le glucose. Les substrats diffuseront vers le liquide extra-cellulaire et le sang. Le sodium sera ensuite éjecté de la cellule vers le compartiment sanguin par la « pompe à sodium » (Na, K ATPase) située au niveau de la membrane basolatérale.

La mise en jeu de ces mécanismes rend l'absorption du glucose ou des acides aminés très efficace même pour de faibles concentrations. Le cotransport du sodium avec des substrats organiques n'est pas le seul mécanisme possible d'absorption du sodium. Le sodium peut être transporté avec le chlorure ou échangé contre un H^+ . Les anions chlorures sont surtout absorbés dans l'iléon alors que l'absorption du glucose et du sodium est maximale dans le jéjunum. En l'absence de glucose, l'absorption iléale du NaCl est un des mécanismes assurant la conservation du sodium.

Malgré l'efficacité de ces processus d'absorption, des quantités notables de sodium parviennent jusqu'au gros intestin chez le veau sain. En cas de diarrhées, la sécrétion importante de chlorure et de bicarbonate augmente considérablement les quantités de sodium des fluides digestifs.

Dans la mesure où l'absorption de glucose reste opérationnelle chez les animaux atteints de diarrhée, il est donc possible de stimuler l'absorption d'eau et de sodium dans le jéjunum, site où elle est plus active.

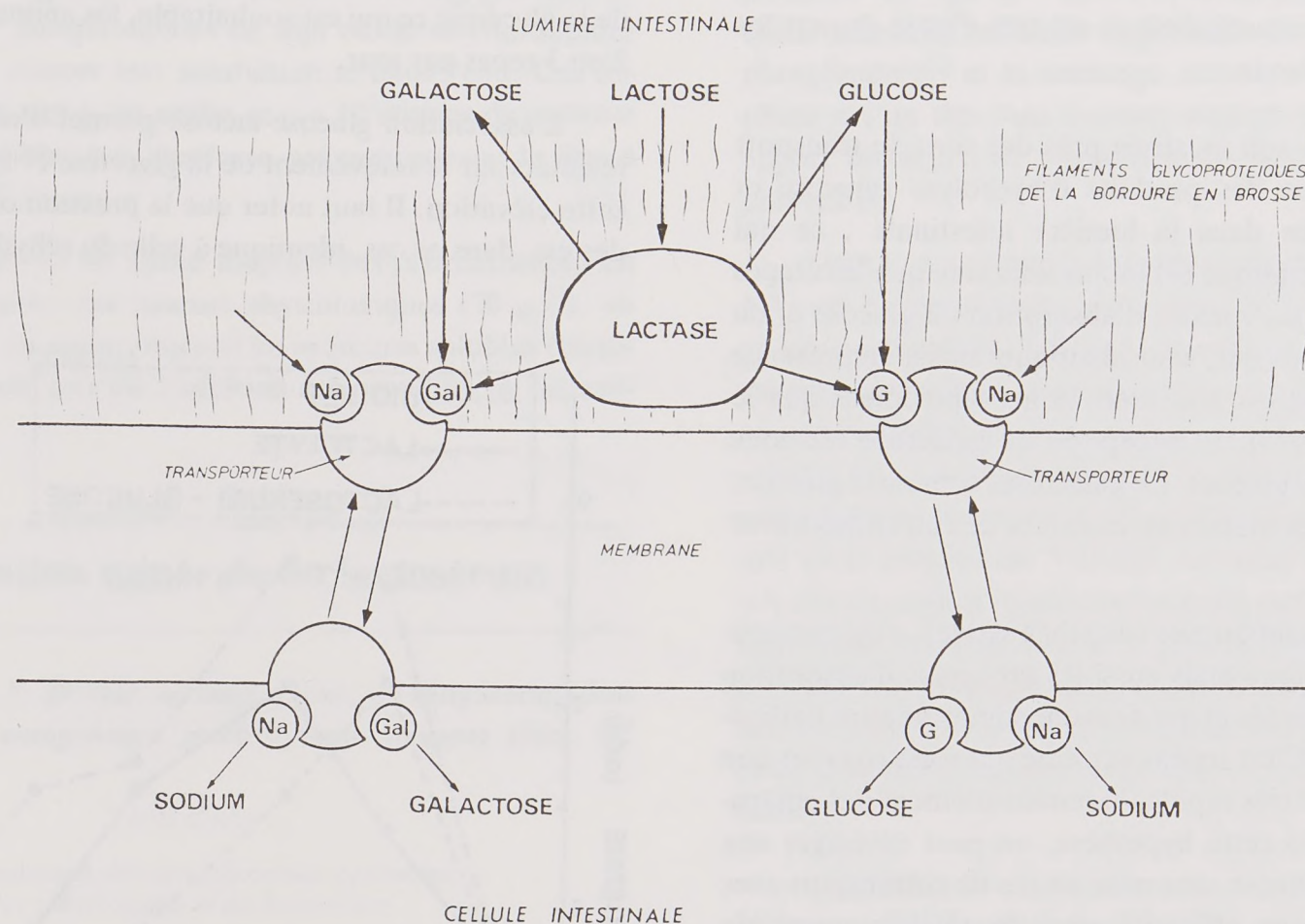


FIG. 1 : Représentation des mécanismes d'action de la lactase intestinale et du cotransport avec le sodium des produits d'hydrolyse du lactose

Principe de la réhydratation par voie orale

Le but de la réhydratation par voie orale est donc de faire absorber des quantités importantes d'eau en stimulant l'absorption du sodium, d'assurer un apport important de sodium et de chlorure, d'apporter de l'énergie et de lutter contre l'acidose.

Durant la diarrhée, il est nécessaire d'arrêter pendant une période de 24 à 72 heures l'alimentation lactée pour plusieurs raisons :

- possibilité de mauvaise digestion dans la caillette ;
- capacité réduite d'absorption intestinale ;
- apport électrolytique du lait relativement déséquilibré par rapport aux besoins particuliers des veaux diarrhéiques ne permettant pas de compenser les pertes digestives en sodium, chlorure et bicarbonate ;
- perturbation du transit digestif.

La généralisation de la réhydratation par voie orale, que ce soit en pédiatrie ou en médecine vétérinaire (BYWATER, 1977) est relativement récente. Chez le veau, la fréquence des indigestions gastriques et la perturbation des capacités d'absorption intestinale semblaient défavorables à un apport par voie orale d'un soluté physiologique. L'expérience acquise au cours de ces dix dernières années montre, au contraire, que le remplacement du lait par un réhydratant était la technique la plus adaptée pour compenser les pertes intestinales et fécales. Pour que cette technique soit pleinement efficace il faut cependant que la réhydratation débute précocement. En effet, au cours des premiers stades de la diarrhée, le veau présente également une soif accrue pour compenser ses pertes hydrominérales alors que, paradoxalement, au-delà d'un certain seuil de déshydratation, il ne veut plus boire.

Conditions pour l'utilisation du lactosérum dans les produits réhydratants et caractéristiques de la digestion du lactose

Les premiers réhydratants utilisés étaient entièrement synthétiques et contenaient tous du glucose pour stimuler l'absorption du sodium. Mais l'apport de glucose est limité pour des raisons de pression osmotique. Dans la mesure où la diarrhée ne cesse spontanément qu'après un ou plusieurs jours, il est difficile d'alimenter correctement un veau avec des produits n'apportant du point de vue énergétique qu'une faible quantité de glucose.

A pression osmotique égale, le lactose apporte deux fois plus d'énergie. De plus, le lactosérum étant une source intéressante de minéraux, de vitamines et de protéines solubles, il était intéressant d'envisager d'utiliser ce produit pour la fabrication de réhydratants à condition :

- d'aboutir à la même composition électrolytique qu'un réhydratant en ce qui concerne les cations majeurs (Na, K, Ca, Mg) et les principaux anions (chlorure, phosphate, acides gras volatils) ;
- de diminuer les concentrations de lactose.

La concentration normale en lactose du lait est voisine de 50 g/l. Dans certains cas, l'activité lactasique de l'intestin peut être diminuée (cas de diarrhées virales principalement). Le lactose étant alors absorbé plus lentement peut créer un appel d'eau vers l'intestin par un effet osmotique. Pour tenir compte de cette diminution éventuelle d'activité lactasique, il était préférable de réduire la concentration du lactose.

Il faut noter que l'absorption du lactose a lieu principalement

dans le jéjunum. L'activité lactasique est située sur la bordure en brosse (microvillosités intestinales) et est très élevée durant les deux premiers mois de la vie.

Bien que la lactase soit localisée près des sites du transport des hexoses, une partie des produits d'hydrolyse (glucose et galactose) est retrouvée dans la lumière intestinale ; ce qui prouve que l'activité lactasique est moins limitante que les étapes du transport. De plus, les vitesses d'absorption du glucose et du galactose infusés séparément, sont identiques mais, en présence de glucose, le galactose est absorbée moins rapidement que le glucose (COOMBE, 1973). L'absorption du galactose est donc plus distale que celle du glucose. Le galactose, comme le glucose, peut être absorbé par les mêmes mécanismes de cotransport avec le sodium (fig. 1).

S'il y a lésion de la muqueuse (diarrhée virale), c'est non seulement l'activité lactasique mais aussi les processus d'absorption du glucose qui sont affectés et qui peuvent compromettre l'efficacité des réhydratants. C'est un cas extrême qui n'est souvent que transitoire vu la vitesse très rapide du renouvellement des entérocytes. Cependant, dans cette hypothèse, on peut envisager une diffusion passive du glucose sans mise en jeu de cotransport avec le sodium et donc sans efficacité pour le rétablissement du volume sanguin.

Toutefois, alors que le glucose peut toujours être absorbé par diffusion, lorsque les processus d'absorption active sont déficients, le lactose ne peut quitter la lumière intestinale sans action de la lactase, ce qui crée un appel d'eau dans ces cas-là. Ce phénomène n'est vraiment notable que si les cellules du sommet des villosités sont détruites (diarrhées virales) mais la vitesse de régénération de l'épithélium est telle qu'une déficience dans l'absorption du lactose est difficile à mettre en évidence (FERGUSON *et al.*, 1981). L'efficacité de la réhydratation n'est vraiment compromise que si la caillette se vidange mal et s'il y a une atonie sévère de l'intestin grêle. Ces perturbations se traduisent d'ailleurs par un manque d'appétit complet. Cet état de choc est le résultat de l'acidose métabolique mais aussi de l'hypothermie qui se développe très rapidement. Il faut souligner que, dans ces cas graves, le réchauffement de l'animal est indispensable pour débiter la réhydratation.

A titre d'exemple, nous présentons l'effet d'un repas expérimental administré à des veaux sains (1 litre / 20 kg) sur l'évolution de la glycémie (fig. 2).

Trois produits ont été utilisés :

- 1 réhydratant selon une formule synthétique classique (22 g/l de glucose) ;
- 1 réhydratant comprenant 40 g/l de lactosérum (28 g/l de lactose) ;
- 1 réhydratant comprenant 10 g/l de glucose, 30 g/l de lactosérum (20 g/l de lactose) et 10 g/l de protéines de lactosérum (à 50 p. 100 de protéines).

La remontée de la glycémie après un repas est plus rapide avec un réhydratant à base de glucose (Biodiet) qu'avec un produit à base de lactose (lactolyte) mais ceci n'est pas surprenant puisque l'hydrolyse du lactose conduit à l'absorption de glucose (peu capté par le foie) et de galactose entièrement métabolisé au niveau du foie pour la synthèse du glycogène principalement. Par

contre, l'absorption de lactose permet un maintien plus durable de la glycémie ce qui est souhaitable, les animaux ne recevant que 2 ou 3 repas par jour.

L'association glucose-lactose permet d'obtenir les meilleurs résultats sur le relèvement de la glycémie et sur la persistance de cette élévation. Il faut noter que la pression osmotique des glucides est, dans ce cas, identique à celle du réhydratant synthétique.

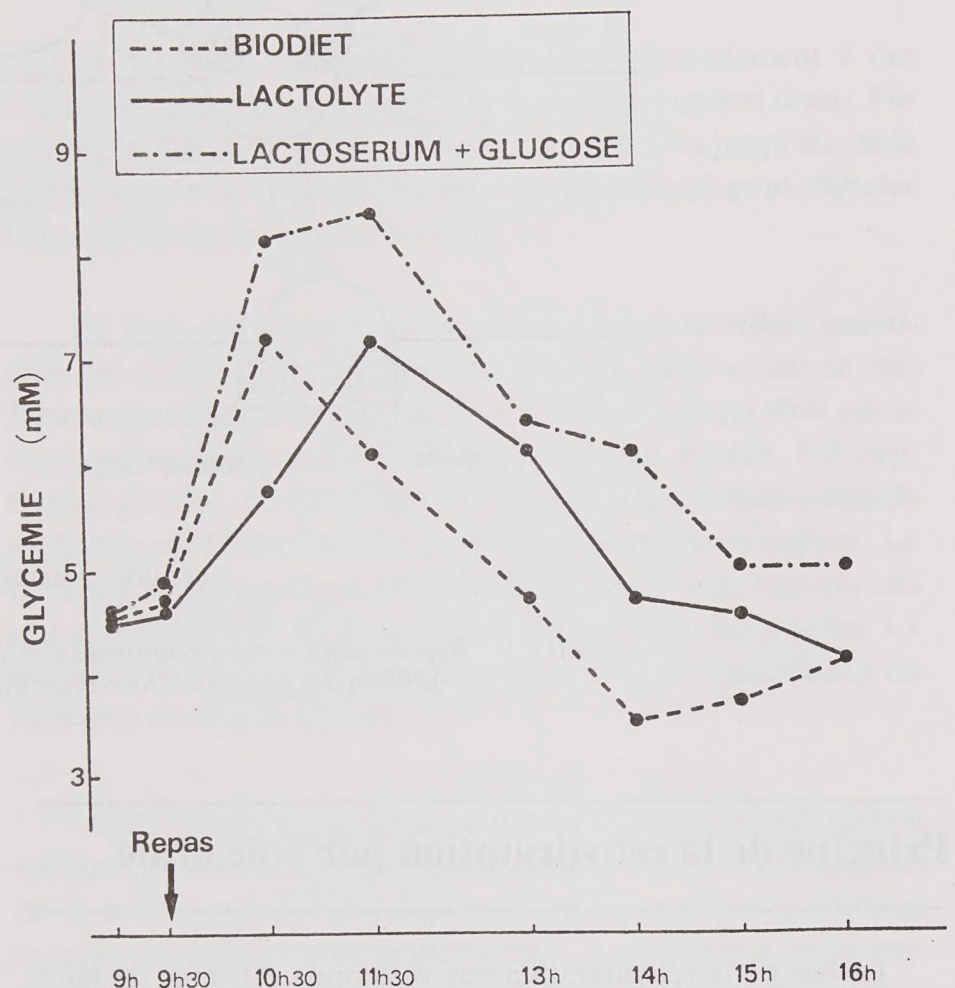


FIG. 2 : Evolution de la glycémie chez des veaux Holstein âgés de 3 semaines (4 animaux par groupes) recevant 1 litre / 20 kg d'un réhydratant soit synthétique (Biodiet) soit à base de lactosérum (Lactolyte) soit contenant 30 g de lactosérum, 10 g/l de protéines de lactosérum et 10 g/l de glucose

Nous n'avons pas pu suivre un nombre suffisant de veaux diarrhéiques pour avoir des résultats statistiques valables. D'après les premières cinétiques obtenues chez ces veaux, le relèvement de la glycémie semble beaucoup moins marqué en cas de diarrhées après l'administration d'un réhydratant contenant du lactosérum seul mais aussi avec les réhydratants synthétiques. L'association lactose-glucose permet, en revanche, d'obtenir un relèvement plus net et plus soutenu de la glycémie comme chez les veaux sains. Il faut noter que l'activité de la lactase est maintenue par la présence de lactose dans l'intestin, alors que cette activité décroît en présence d'un aliment synthétique. Le retour à l'alimentation lactée normale se fera donc dans des conditions plus favorables après un réhydratant contenant du lactosérum.

Complémentation en énergie des produits à base de lactosérum

Les réhydratants à base de lactosérum peuvent, non seulement être complétés en glucose mais aussi en lipides. Un des

procédés les plus simples est l'incorporation de triglycérides de coprah à l'aide de phospholipides de soja ou de saccharolipides synthétiques pour assurer leur solubilisation dans l'eau. Ces triglycérides sont très riches en acides gras à 12 atomes de carbone et donc très digestibles par l'estérase prégastrique ou la lipase pancréatique.

Dans la mesure où on utilise toujours des concentrations en lactosérum inférieures aux teneurs physiologiques (70 g/l), on peut aussi rétablir un apport normal en protéines solubles (lactoglobulines, lactalbumine) par l'addition des protéines de lactosérum ultrafiltrées.

Complémentation minérale du lactosérum

Quel que soit le produit de base utilisé, un réhydratant doit toujours avoir la composition électrolytique suivante (tabl. 1).

TABLEAU 1

Comparaison des concentrations optimales des réhydratants et du lactosérum

	Réhydratants	Lactosérum à 73 g/l
Sodium	70 - 90	20 - 24
Potassium	25 - 35	37 - 40
Calcium	0 - 4	9 - 12
Magnésium	1 - 4	3 - 5
Chlorure	55 - 70	35 - 40
Phosphate	5 - 15	11 - 13
Acétate	20 - 50	Trace
Propionate	0 - 30	Trace
Glucose	15 - 25	Trace
Lactose	0	48 - 50
Protéines	0	6 - 7

Toutes les concentrations sont exprimées en mM sauf celles du glucose, du lactose et des protéines données en g/l. Afin de pouvoir compléter le lactosérum sans élever la pression osmotique, il faut donc utiliser ce produit à des concentrations de 35 à 50 g/l.

Il faut compléter le lactosérum en tenant compte de la composition minérale. L'apport de sodium est de beaucoup le plus important et il est réalisé à la fois par du chlorure de sodium et de l'acétate et (ou) du propionate de sodium. La complémentation en potassium est mineure. Elle est nulle pour le calcium puisque le lactosérum est très riche en ces éléments. Il est cependant toujours souhaitable d'apporter de petites quantités de magnésium.

En ce qui concerne les anions, l'apport de chlorure doit être très élevé puisque le lait de vache est très riche en phosphate et donc relativement pauvre en chlorure. Une grande partie du phosphate est retenue avec le calcium dans le caillot, surtout s'il est obtenu après l'action de la présure ; toutefois il n'est pas indis-

pensable de rajouter cet élément. En cas d'acidose lactique, il existe une fuite cellulaire importante de phosphate (donc hyperphosphatémie) et la recharge cellulaire en potassium et phosphate est un des buts souvent négligé de la réhydratation ; un apport minimum de phosphate de potassium est donc souvent préconisé.

Dans l'organisme, le rapport sodium / chlorure est d'environ 1,4 ; ces éléments sont perdus dans des proportions comparables en cas de diarrhées. L'apport de sodium ne peut se résumer à du chlorure de sodium (bien que dans certaines situations d'urgence on obtienne des résultats satisfaisants par la seule utilisation de ce sel à 4 g/l associée à 20 g/l de glucose). Le bicarbonate relevant intempestivement le pH gastrique a été remplacé par l'acétate ou le propionate. Ces sels ont aussi l'avantage d'être absorbés dès les parties hautes du tube digestif et de stimuler l'absorption d'eau et de sodium à ce niveau (DEMIGNE *et al.*, 1981). L'utilisation du propionate en quantité modérée (< 30 mM) permet de bénéficier éventuellement de ses propriétés antiseptiques et de stimuler la vidange de la caillette (ce qui est souvent souhaitable).

Perspectives d'utilisation

Les essais cliniques sur l'efficacité des réhydratants à base de lactosérum ont été réalisés par le Dr NAVETAT. De plus, ces produits sont couramment utilisés pour le traitement des veaux diarrhéiques (3 saisons de vêlage consécutives) dans les étables de l'INRA à Orcival et Laqueuille. Dans tous les cas, il ressort que les produits à base de lactosérum possèdent une égale efficacité quelle que soient la classe d'âge des animaux traités ainsi que l'étiologie connue de l'affection (colibacillose, rotavirose et probablement coronavirose). En ce qui concerne l'efficacité en fonction du degré de déshydratation, on observe sensiblement les mêmes résultats qu'avec les réhydratants synthétiques (du type Biodiet ou Electydral) à savoir une diminution d'efficacité lorsqu'on passe d'un degré de déshydratation faible à un degré fort (VALLET *et al.*, 1985).

Dans la mesure où la guérison des veaux diarrhéiques est parfois longue (de 2 à 5 jours), il devient tout à fait intéressant d'utiliser des réhydratants plus énergétiques, plus complets en minéraux, vitamines et comportant un apport azoté non négligeable. Cette nouvelle génération de réhydratants mise au point à l'INRA répond à ces préoccupations. Les pédiatres se soucient pareillement de la nutrition de l'enfant diarrhéique mais n'utilisent pas le lactosérum à cause des problèmes d'allergie aux protéines de lait de vache (à la suite de lésions possibles de la muqueuse intestinale). Ces problèmes d'allergie ne se posent pas en médecine vétérinaire ; on dispose ainsi d'une thérapeutique plus avancée.

Il existe aussi une possibilité d'utilisation importante du lactosérum dans toutes les phases d'adaptation aux ateliers d'engraissement (veaux de boucherie). Dans de nombreux élevages industriels, le lait était remplacé par un réhydratant synthétique ce qui permettait d'éviter des indigestions et des pertes de poids importantes. Dans ces situations, un lactosérum moins enrichi en sodium que pour les diarrhées liquides, peut être utilisé avantageusement d'autant plus qu'il assure une meilleure transi-

tion avec le lait. Nous avons, par ailleurs, constaté qu'après 48 heures d'administration de réhydratants synthétiques ou à base de lactosérum, la fréquence des diarrhées lors de la réalimentation lactée était plus élevée chez les veaux recevant les réhydratants synthétiques.

Références bibliographiques

- BYWATER R.J., 1977. Evaluation of an oral glucose-glycine-electrolyte formulation and amoxicillin for treatment of diarrhea in calves. *Am. J. vet. Res.*, **28**, 1983-1987.
- COOMBE N.B., SMITH R.H., 1973. Absorption of glucose and galactose and digestion and absorption of lactose by the preruminant calf. *Br. J. Nutr.*, **30**, 331-344.
- DEMIGNE C., REMESY C., CHARTIER F., LEFAIVRE J., 1981. Effect of acetate or chloride anions on intestinal absorption of water and solutes in the calf. *Am. J. vet. Res.*, **42**, 1356-1359.
- DUBOURGUIER H.C., GOUET Ph., CONTREPOIS M., GIRARDEAU J.P., 1978. Diarrhée du nouveau-né ; propriétés et mécanismes d'action des *Escherichia coli* entéropathogènes. *Ann. Rech. vét.*, **9**, 129-152.
- FERGUSON A., GILLIAN P., SNODGRASS D.R., 1981. Lactose tolerance in lambs with rotavirus diarrhoea. *Gut*, **22**, 114-119.
- FIELD M., 1981. Secretion of electrolytes and water by mammalian small intestine. In : *Physiology of the gastrointestinal tract*. Ed. Johnson R., Raven Press, 963-981.
- GIRARDEAU J.P., DUBOURGUIER H.C., CONTREPOIS M., 1980. Attachement des *E. coli* entéropathogènes à la muqueuse intestinale. *Bull. GTV*, 4B, **190**, 49-60.
- POWELL W., PLOTKIN G.R., MAENZA R.M., SOLBERG L.I., CATLIN D.H., FORMAL S.B., 1971. Intestinal water and electrolyte transport in rat *Salmonella enterocolitis*. *Gastroenterology*, **60**, 1053-1064.
- REMESY C., DEMIGNE C., CONTREPOIS M., 1985. Traitement des diarrhées néonatales : réhydratation et antibiothérapie. In : *Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme*. Ed. R. JARRIGE, XIV^{ème} Grenier de Theix.
- VALLET A., GRENET N., GAUTHIER G., 1985. Influence des conditions d'élevage sur la fréquence des diarrhées du veau nouveau-né et sur l'efficacité de leur traitement par voie orale. *Ann. Rech. vét.* (sous presse).

Production par transplantation embryonnaire de veaux monozygotes. Aspects zootechniques

J.L. TROCCON*, J.P. OZIL**, D. CHUPIN***
avec la collaboration de R. PAPIN*, B. MARQUIS*, R. PROCUREUR***
et de Y. LEGUILLOUX (URCEO) et B. FLORIN (UABS)

* INRA, Station de Recherches sur la Vache laitière
St-Gilles, 35590 L'Hermitage

** INRA, Station de Physiologie animale, 78350 Jouy-en-Josas

*** INRA, Station de Physiologie de la Reproduction, 37380 Monnaie

L'efficacité des jumeaux monozygotes (vrais jumeaux) comme matériel expérimental est très élevée sur les caractères les plus héréditaires (production laitière par exemple ; HANCOCK, 1954). Cependant, la fréquence naturelle d'apparition de jumeaux monozygotes est très faible dans l'espèce bovine et varie selon les races entre 0,14 et 0,44 p.100 du total des naissances (OZIL, 1983).

Les Stations de Physiologie animale et de Physiologie de la Reproduction ont mis au point une méthode de production artificielle de jumeaux monozygotes qui permettrait de disposer d'un matériel de choix au niveau expérimental pour certaines études particulières d'alimentation sur les génisses ou les vaches laitières (AURIOL et GROSCLAUDE, 1960). C'est pourquoi, un projet de production de veaux monozygotes artificiels de type Pie Noir a été mis en place en 1983 à la ferme expérimentale de l'I.N.R.A. à Méjussanne. Cet essai proche des conditions pratiques a profité de la collaboration de l'URCEO et de l'UABS.

Pour réaliser cet essai, les vaches donneuses d'embryons ont été choisies à un stade de lactation (>40j) compatible avec une reproduction satisfaisante, une production laitière élevée et un bon état sanitaire. Comme receveuses, ont surtout été retenues des génisses destinées à un vêlage tardif (30 à 36 mois) lourdes et bien développées, en raison de leur intérêt par rapport aux vaches en lactation (meilleure fertilité, simplicité de conduite limitant leurs manipulations).

Dans ce document, l'intérêt majeur sera porté aux aspects zootechniques se rapportant aux animaux : les vaches donneuses d'embryons, les vaches ou génisses receveuses et les veaux produits. L'objectif final était de comparer les gains de poids vif des veaux jumeaux monozygotes et de dresser un bilan d'ensemble de l'essai.

I. Les conditions expérimentales

1. Les femelles donneuses et receveuses d'embryons

Neuf vaches (1 primipare de 2 ans, 2 primipares de 3 ans et 6 vaches en deuxième lactation) ont été retenues après un examen gynécologique pour la production des embryons nécessaires aux transplantations prévues. Trois vaches en deuxième lactation avaient présenté une chaleur naturelle. Ces vaches pesaient 590 kg (529 à 648 kg) après le vêlage précédent et produisaient 37,5 kg de lait (27,9 à 45,5 kg) au début du traitement hormonal (fig. 1) qui a débuté en moyenne au 49^e jour (40 à 65 jours, tabl. 2)

Dix-neuf génisses de 24 mois (514 kg $\pm$ 48) et trois vaches primipares de 3 ans (555 kg au vêlage) préalablement synchronisées (tabl. 1) en deux groupes pour des transferts à J6 - J7 de gestation ont reçu les couples d'embryons (1 couple monozygote par receveuse). Tous ces animaux recevaient une ration à base d'ensilage de maïs normalement complétée en céréales, tourteaux, minéraux et vitamines selon leur production laitière ou leur niveau de croissance.

2. Les manipulations

Le traitement hormonal des vaches donneuses d'embryons s'est fait en 2 étapes (tabl. 1) :

a) l'obtention d'une chaleur de référence par un traitement de synchronisation des cycles sexuels,

b) la superovulation (CHUPIN et PROCUREUR, 1983). Les produits de traitement fournis par la Station de Physiologie de la Reproduction ont été administrés aux deux groupes décalés de 6 et 3 vaches pour permettre des collectes à J6 - J7 de gestation.

TABLEAU 1

*Traitements hormonaux des femelles donneuses
et receveuses d'embryons*

Jour	Vaches donneuses	Génisses et vaches receveuses
1	Examen gynécologique et choix Pose d'un implant progestatif 200 µg + 2 ml de surcharge	
8	Prostaglandines 2 ml	
10	Retrait de l'implant	
12	Chaleur de référence	Pose d'un implant progestatif 200 µg
20	FSH 6 mg matin et soir	
21	FSH 5 mg matin et soir	
22	FSH 3 mg matin et soir Prostaglandines 4 ml le matin	Retrait de l'implant
23	FSH 2 mg matin et soir	
24	2 IA 12h et 24h après le début de l'oestrus	Chaleurs
30	Collecte des embryons à J6	Transfert des embryons à J6
31	Collecte des embryons à J7	Transfert des embryons à J7

Les neuf vaches donneuses ont été inséminées 2 fois, 12 heures et 24 heures après le début des chaleurs observées individuellement, avec la semence d'un même reproducteur Holstein. Leurs embryons ont été collectés par un lavage utérin par la voie cervicale (non chirurgicale) 6 ou 7 jours après l'insémination. Les vaches ont ensuite reçu un traitement antibiotique intra-utérin.

La sélection des embryons se fait sous microscope dans le milieu physiologique de lavage utérin puis les meilleurs sont dupliqués à l'aide d'instruments d'ultramicrochirurgie (OZIL, 1983). Les embryons dupliqués sont mis en culture quelques heures et les paires ayant repris un développement normal sont préparées pour les transferts. Les embryons collectés le matin sur les vaches donneuses ont été transplantés l'après-midi sur les receveuses par voie cervicale dans la corne ipsilatérale au corps jaune.

3. Conduite postexpérimentale des mères

Après la collecte des embryons, les performances de production laitière et de reproduction des donneuses ont été suivies. A l'observation de certaines chutes importantes de production laitière, quatre vaches (A, B, D, F) ont reçu 2 injections de prostaglandines deux jours consécutifs (tabl. 2, fig. 1).

Après les transferts, les receveuses ont eu la même alimentation qu'auparavant jusqu'à la fin de l'hiver et les receveuses non gestantes ont été inséminées sur les chaleurs observées. Une échographie a été pratiquée par voie rectale 70 jours après les transferts sur les 13 génisses et 2 vaches gestantes. Au pâturage, les génisses gestantes des transplantations ont constitué un lot séparé bien ménagé et ont reçu un apport complémentaire journalier de calcium en fin de gestation (15 g au cours des 7^e - 8^e mois et 30 g au cours du 9^e mois) dans 0,5 kg d'aliment concentré. Avant le vêlage, elles rentraient à l'étable pour consommer leur ration d'ensilage de maïs et d'aliment concentré puis retournaient au pâturage. Les vêlages assistés ont eu lieu sur l'aire d'attente paillée de la salle de traite.

4. Les veaux produits

Les veaux ont été séparés de leur mère immédiatement après le vêlage et élevés en lots de 6 veaux sur aire paillée dans un bâtiment ouvert, les veaux monozygotes se trouvant ensemble.

Après le colostrum, les veaux ont reçu du lait de remplacement distribué individuellement préparé à partir d'un aliment d'allaitement de « type veau de boucherie démarrage » en 1 repas par jour à la concentration de 220 g d'aliment d'allaitement par kg. Dès la 3^{ème} semaine, ils ont reçu collectivement de l'aliment concentré (jusqu'à 2,5 kg par veau par jour) et de l'ensilage de maïs additionné d'urée offert à volonté.

Les veaux jumeaux monozygotes ont eu le même allaitement prolongé (14 semaines) pour obtenir une alimentation comparable et favoriser un sevrage plus souple mais il n'a pas été tenu compte des différences de poids à la naissance. Les veaux ont été pesés toutes les 2 semaines.

II. Les résultats

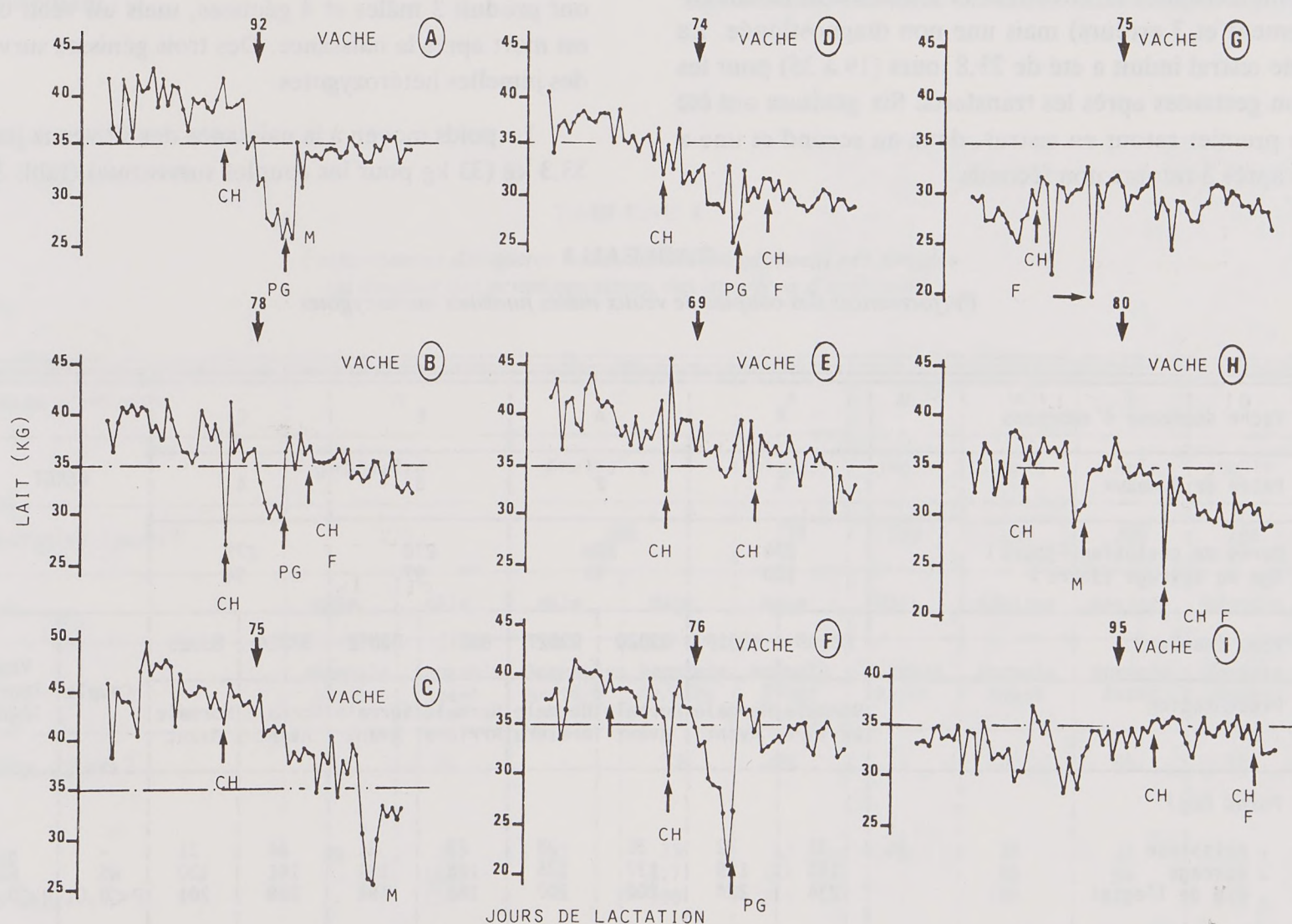
1. Les vaches donneuses d'embryons (tabl. 2)

Les 6 vaches collectées (5 en deuxième lactation et 1 primipare de 3 ans) ont produit au total 53 embryons (8,8 en moyenne) dont 40 ont été jugés transférables (6,7 en moyenne). Vingt-huit embryons ont été dupliqués compte tenu du nombre de transplantations possibles et 22 couples ont été transférés. Les 3 vaches non collectées ne montraient qu'une seule ovulation à la fouille. La chaleur de référence n'a été observée que sur 5 vaches dont 2 (C et H) précédemment cyclées. Deux vaches (H et I) n'ont pas manifesté de chaleur après le traitement de superovulation et font partie des trois vaches non collectées.

TABLEAU 2

Production d'embryons et de veaux par les vaches donneuses

Vaches donneuses	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Rang de lactation	1	2	2	2	2	2	1	2	1	Total
Stade de lactation au J1 (jours)	62	47	44	43	40	47	46	49	65	
Dates (janvier 1983)										
. chaleur de référence.....	-	-	01	-	01	01	01	01	-	
. chaleur de superovulation...	12	13	13	13	12	12	12	-	-	
. inséminations (2).....	13	14	14	14	12-13	13	12-13	13	13	
. collecte.....	19	20	20	20	18	18	-	-	-	
. prostaglandines.....	25-26	25-26	-	27-28	-	25-26	-	-	-	
Intervalles (jours)										
. oestrus superovulé -1er retour	52	17	52	20	21	51	0	17	13	
. oestrus superovulé -1A fécondante	138	17	101	20	21	-	0	17	33	
Nombre d'ovulations (palpation rectale)	11	8	16	12	5	7	1	1	1	
Embryons : collectés	11	8	16	12	2	4	-	-	-	53
: transférables	10	4	12	9	2	3	-	-	-	40
: dupliqués	9	2	6	6	2	3	-	-	-	28
Couples d'embryons transférables transférés	9	2	5	4	1	2	-	-	-	23
	9	2	4	4	1	2	-	-	-	22
Gestations : doubles	3	-	2	-	1	-	-	-	-	6
: simples	3	-	-	3	-	-	-	-	-	6
Veaux (dont morts)	9 (2)	-	4 (1)	3 (1)	2	-	-	-	-	18 (4)
. doubles mâles	6 (1)	-	4 (1)	-	2	-	-	-	-	12 (2)
. simples mâles	1	-	-	1 (1)	-	-	-	-	-	2 (1)
. simples génisses	2 (1)	-	-	2	-	-	-	-	-	4 (1)



↓ Collecte des embryons, stade de lactation (jours) sauf vaches G.H.I.

↑ Evènement sanitaire, CH (chaleur), PG (prostaglandines), F (fécondation), M (mammite)

FIG. 1 : Evolution de la production laitière des vaches donneuses d'embryons pendant et après le traitement de superovulation

Les quatre vaches (A, B, D et F) ayant eu une chute importante de production laitière après la collecte des embryons (jusqu'à 16 kg ; fig. 1) semblent avoir retrouvé un niveau satisfaisant de production après les doubles injections de prostaglandines. La récupération de la vache A a été perturbée par une mammites. La production laitière des vaches C et E a été sensiblement moins affectée et celle des vaches G, H et I non collectées a eu une évolution très satisfaisante.

Parmi les 4 vaches traitées aux prostaglandines, deux (B et D) ont été observées en œstrus rapidement, inséminées et fécondées (fig. 1) respectivement 6 et 7 jours après la 1^{ère} injection. En revanche, les vaches A et F ont été observées tardivement en œstrus ; la vache A a été fécondée après 4 inséminations et la vache F n'a pu l'être. Les vaches non traitées aux prostaglandines ont été fécondées respectivement au premier (E) ou au deuxième (C) retour. La fécondation des 3 vaches non collectées a été obtenue à l'œstrus de superovulation (G), au premier retour (H) ou au deuxième (I). Les 8 vaches donneuses fécondées ont elles-mêmes produit 8 veaux (4 mâles et 4 génisses) nés simples (42 kg) après 282 jours de gestation.

2. Les génisses et vaches receveuses d'embryons

Pour 22 transferts de couples d'embryons monozygotes, il y a eu 12 gestations conduites à terme (55 p.100 ; 10 génisses et 2 vaches) dont 6 gémellaires (27 p.100 ; 6 génisses). Une génisse receveuse portant un fœtus a été abattue en cours de gestation pour une cause indépendante de l'essai, une autre a avorté de jumeaux détectés par échographie et fécondée à nouveau. A l'échographie, 9 paires de jumeaux avaient été diagnostiquées soit 2 données comme certaines et effectives et 7 douteuses (3 effectives, 1 avortement et 3 erreurs) mais une non diagnostiquée. La durée du cycle œstral induit a été de 23,8 jours (19 à 35) pour les 9 génisses non gestantes après les transferts. Six génisses ont été fécondées au premier retour en œstrus, deux au second et une a été réformée après 3 retours non féconds.

Les six génisses gestantes de jumeaux ont gagné 640 g/j au cours de la gestation contre 590 g/j pour les 5 gestantes simples conduites ensemble. Elles ont vêlé à 34,1 mois après 279 jours de gestation contre 282,2 jours pour 24 gestations simples de génisses contemporaines. Trois génisses sur les 6 porteuses de jumeaux se sont normalement délivrées contre seulement 1 gestation simple issue des transferts sur six.

Les 6 vaches primipares ayant porté des jumeaux ont eu une production laitière initiale Pi (j 4-5-6) de 20,1 kg (15,4 à 26,9 kg) contre 19,8 kg (15,2 à 28,5 kg) pour 24 autres génisses contemporaines. Les productions maximums hebdomadaires Pm ont été respectivement de 31,3 kg (23,0 à 38,5 kg) et 29,0 kg (19,8 à 37,6 kg). Les accroissements de la production laitière (Pm - Pi) ont été respectivement de 11,3 kg (7,6 à 16,2 kg) et 10,2 kg (4 à 15 kg). Cependant, 2 porteuses de jumeaux ont été abattues en première lactation (occlusion intestinale après 40 jours de lactation et infertilité) et une est vide. Les 3 autres ont eu un intervalle moyen premier-deuxième vêlage de 411 jours après avoir produit en moyenne 7110 kg de lait en 343 jours. La vache vide a produit 9250 kg de lait en 343 jours.

3. Les veaux

Les 6 gestations gémellaires n'ont produit que des veaux de sexe mâle. Leur présentation au vêlage était normale (avant et arrière) pour la moitié d'entre eux (tabl. 3 et 4). Un veau est mort à la naissance dans chacune des 2 paires où les jumeaux se présentaient anormalement et 4 paires de mâles monozygotes ont survécu au vêlage. Les 4 paires provenaient des 3 vaches A (2), C (1), E (1) (tabl. 3). Les 6 gestations simples issues des transferts ont produit 2 mâles et 4 génisses, mais un veau de chaque sexe est mort après la naissance. Des trois génisses survivantes, 2 sont des jumelles hétérozygotes.

Le poids moyen à la naissance des 12 veaux jumeaux était de 33,3 kg (33 kg pour les couples survivants) (tabl. 3 et 4). L'écart

TABLEAU 3

Performances des couples de veaux mâles jumeaux monozygotes

Vache donneuse d'embryons	A		A		E		C		EFFET	
Paire de jumeaux	1		2		3		4			
Durée de gestation (jours) Age au sevrage (jours)	274 100		280 94		278 97		279 94			
Veau (numéro)	83009	83010	83026	83027	83011	83012	83024	83025	Couple	Veau lourd/ léger
Présentation	Normale Arrière	Normale Avant	Normale Avant	Normale Arrière	Normale Arrière	Normale Avant	Normale Avant	Normale Avant		
Poids (kg)										
. naissance	35	32	36	38	27	31	34	31	-	-
. sevrage	155	159	137	135	126	134	141	130	NS	NS
. fin de l'essai	234	224	202	207	181	191	218	201	P<0,01	P<0,05
Gain de poids vif (g/j)										
. naissance - sevrage	1212	1283	1086	1043	1031	1073	1151	1065	P<0,05	NS
. sevrage - fin de l'essai	1274	1048	1048	1161	887	919	1242	1145	P<0,05	P<0,1
. naissance - fin de l'essai	1236	1193	1071	1090	975	1013	1187	1097	P<0,01	P<0,1

moyen de poids entre les jumeaux monozygotes était de 2 kg (0 à 4 kg) mais seuls les veaux des 2 paires perdues avaient le même poids. Les veaux nés simples issus des transferts pesaient 44 kg (2 mâles) et 36,8 kg (4 génisses) (tabl. 4).

Les planches 1, 2, 3 et 4 permettent de comparer l'aspect extérieur des 4 paires de veaux monozygotes. Les robes sont globalement homogènes entre vrais jumeaux mais les répartitions des taches diffèrent en de nombreux points. Les veaux monozygotes sont très semblables dans leur allure générale et leur conformation.

Les gains de poids des veaux monozygotes diffèrent de 60 g/j (42 à 86 g) de la naissance au sevrage (96 jours), de 117 g/j (32 à 226 g) du sevrage à 159 jours et de 48 g/j (19 à 90 g) sur l'ensemble de la période. Le veau 83025 a perdu 14 kg par rapport à son jumeau 83024 au cours de la période de sevrage (2 semaines avant à 2 semaines après la suppression du lait de remplacement). Le gain de poids vif du veau jumeau le plus lourd à la naissance tend à être plus élevé après le sevrage (+ 117 g/j ; $P < 0,1$) et sur l'ensemble de la période (+ 48 g/j ; $P < 0,1$). La variance intracouples est très inférieure à la variance intercouple. Si ces 4 paires de veaux monozygotes sont représentatives du troupeau expérimental en matière de poids vif et de gain de poids vif, 2 jumeaux pourraient remplacer 2 lots de 10 à 12 veaux selon les résultats obtenus à l'âge de 5 mois (HANCOCK, 1954).

Les veaux mâles issus des transferts ($n = 11$) ont consommé en moyenne 97,1 kg d'aliment d'allaitement, 125 kg MS d'aliment concentré et 50 kg de MS d'ensilage de maïs de la naissance à l'âge moyen de 159 jours. Les veaux monozygotes ont seulement eu le même allaitement.

Conclusion

Cette tentative de production artificielle de veaux monozygotes représente un réel espoir malgré l'absence de couple de génisses.

La collecte d'embryons a été faible sur les vaches donneuses et la production laitière et la reproduction ont été nettement affectées. La modeste collecte d'embryons est peut-être imputable au faible rang de lactation des vaches donneuses. La chute de la production laitière est à relier à la production de progestérone par les corps jaunes (DELOUIS *et al.*, 1980 ; FOOTE *et al.*, 1982 ; CHUPIN *et al.*, 1984). Une injection systématique de prostaglandines après la collecte devrait éviter la chute de la production laitière et permettre une reproduction ultérieure satisfaisante (CHUPIN, 1984).

Les génisses âgées bien développées sont d'excellentes receveuses d'embryons dupliqués car il est facile de synchroniser leurs cycles sexuels et elles ont une fertilité supérieure à celle des vaches (RON *et al.*, 1984). Leur ménagement est par ailleurs plus souple que pour des vaches en lactation. La gestation gémellaire conduite à terme ne modifie pas la production laitière mais un vêlage difficile associé à une présentation anormale des veaux peut affecter le devenir des génisses receveuses.

L'élevage des veaux monozygotes artificiels, nés tôt dans la saison, a peu posé de problèmes sauf à la naissance et au sevrage. La naissance constitue un choc brutal lorsque la présentation des

TABEAU 4

Performances des autres veaux (mâles ou génisses) nés simples ou doubles des gestations issues des transferts d'embryons

Vache donneuse d'embryons	A		C		A	D	A	D	D	A
Gestation	gémellaire		gémellaire		simple	simple	simple	simple	simple	simple
Durée de gestation (jours)	278		280		278	289	281	280	284	281
Sexe du veau	Mâle	Mâle	Mâle	Mâle	Mâle	Mâle	Génisse	Génisse	Génisse	Génisse
Présentation	Anormale Avant	Anormale Avant	Anormale Arrière	Anormale Arrière	Normale Avant	Normale Avant	Normale Avant	Normale Avant	Normale Avant	Normale Avant
Age au sevrage (jours)	-	96	-	93	96	-	65	65	62	-
Poids (kg)										
. naissance	35	35	33	33	43	45	38	37	36	36
. sevrage	-	146	-	117	144	-	90	94	84	-
. fin de l'essai	-	210	-	188	215	-	160	170	149	-
Gain de poids vif (g/j)										
. naissance - sevrage	-	1168	-	913	1063	-	813	891	787	-
. sevrage - fin de l'essai	-	1032	-	1145	1145	-	814	884	730	-
. naissance - fin de l'essai	-	1115	-	1006	1096	-	813	887	753	-

veaux est anormale. Le sevrage de l'aliment d'allaitement bien que progressif peut faire diverger la croissance des veaux monozygotes et l'alimentation individuelle sera indispensable dans le souci de ménager des transitions lentes, soignées et identiques pour les jumeaux. L'efficacité de jumeaux monozygotes pour des études zootechniques demanderait à être précisée, avec des génisses pour la Station de Recherches sur la Vache laitière. De 5 mois d'âge à l'abattage, l'élevage des 11 mâles monozygotes ou hétérozygotes se poursuit au C.R.Z.V. de Theix au Laboratoire de la Production de Viande (Y. GEAY ; J. ROBELIN).

Malheureusement, ce premier essai a eu un contrepoint avec le second mené l'année suivante. Malgré un nombre très satisfaisant d'embryons collectés, les opérations de transfert d'embryons dupliqués à 8-9-10 jours de gestation ont été un échec total puisqu'il n'y a pas eu de gestations gémellaires. D'une façon générale, ces essais sont très lourds et demandent l'engagement d'un grand nombre de personnes de tous niveaux. Les manipulations des femelles donneuses ou receveuses sont nombreuses et un matériel important est nécessaire aux opérations de superovulation, de collecte, de microchirurgie et de transfert. Une plus grande souplesse dans l'organisation du travail serait fournie par la séparation des opérations de collecte et de transfert grâce à la congélation (RENARD, 1983).

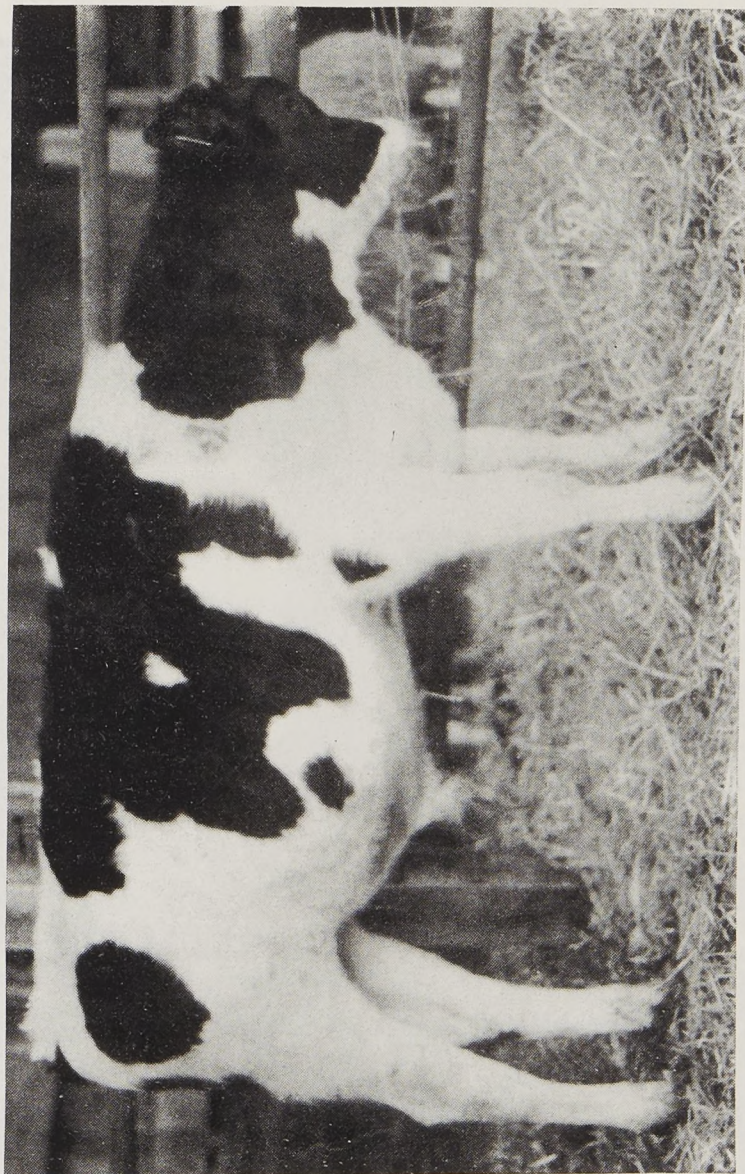
Références bibliographiques

- AURIOL P., GROSCLAUDE F., 1960. Recherches sur jumeaux bovins. Production et développement corporel des vaches laitières en fonction de l'âge au premier vêlage. Résultats préliminaires. *Ann. Zoo-tech.*, **9**, 309-343.
- CHUPIN D., PROCUREUR R., 1983. La stimulation de l'ovaire pour produire des embryons chez les bovins. In « *La Reproduction des Bovins* », Ed. ITEB-UNCEIA.
- CHUPIN D., TOUZE J.L., PROCUREUR R., 1984. Early rebreeding of donor cows. *Theriogenology*, **21** (1), 231.
- DELOUIS C., DJIANE J., HOUDEBINE C.M., TERQUI M., 1980. Relation between hormones and mammary gland function. *J. Dairy Sci.*, **63**, 1492-1513.
- FOOTE R.H., LADD P.C., LAFAYANCE N.A., CAULEY A.D., HASLER J.F., 1982. Milk progesterone concentration and production in superovulated Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, **65**, 2164-2169.
- HANCOCK J., 1954. Monozygotic twins in cattle. *Adv. Genet.*, **6**, 141-181.
- OZIL J.P., 1983. La gémellité expérimentale. In « *La Reproduction des Bovins* », Ed. ITEB-UNCEIA.
- RENARD J.P., 1983. La congélation de l'embryon. In « *La Reproduction des Bovins* », Ed. ITEB-UNCEIA.
- RON M., BAAR ANAN R., WIGGANS G.R., 1984. Factors affecting conception rate of Israeli Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, **67**, 854-860.

Planche 1

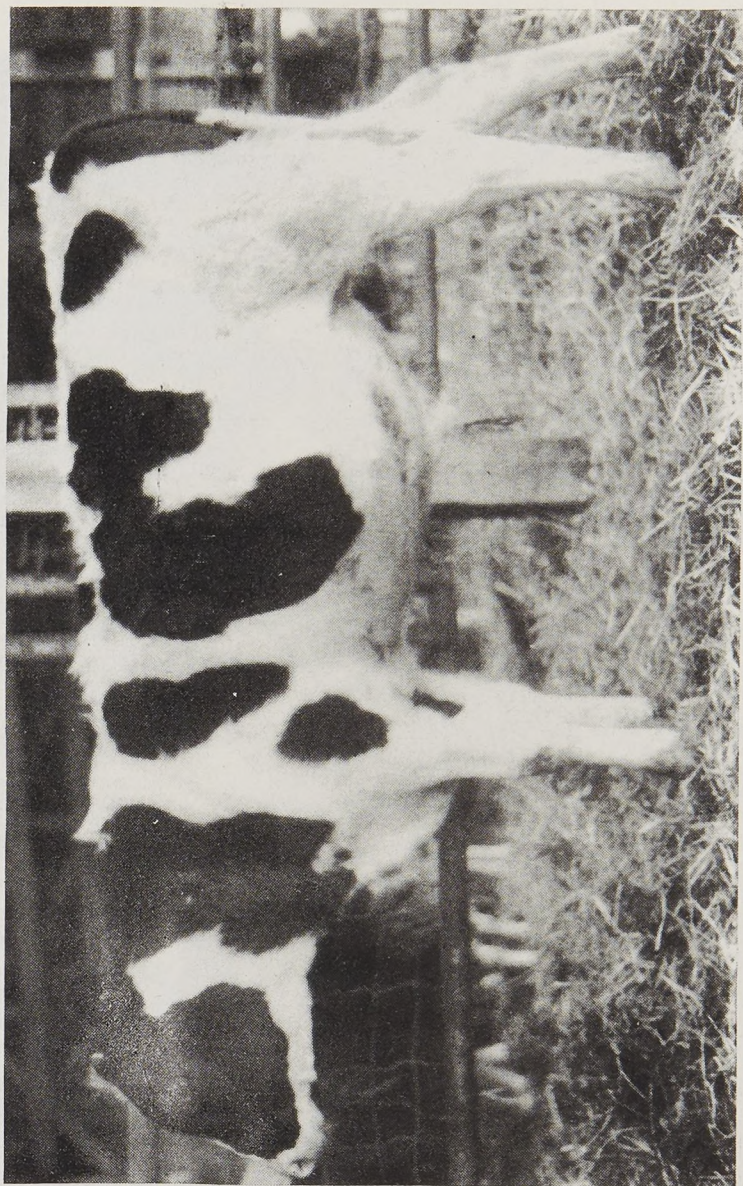
83009 et 83010 de la mère A

Mâles jumeaux monozygotes artificiels :



83009

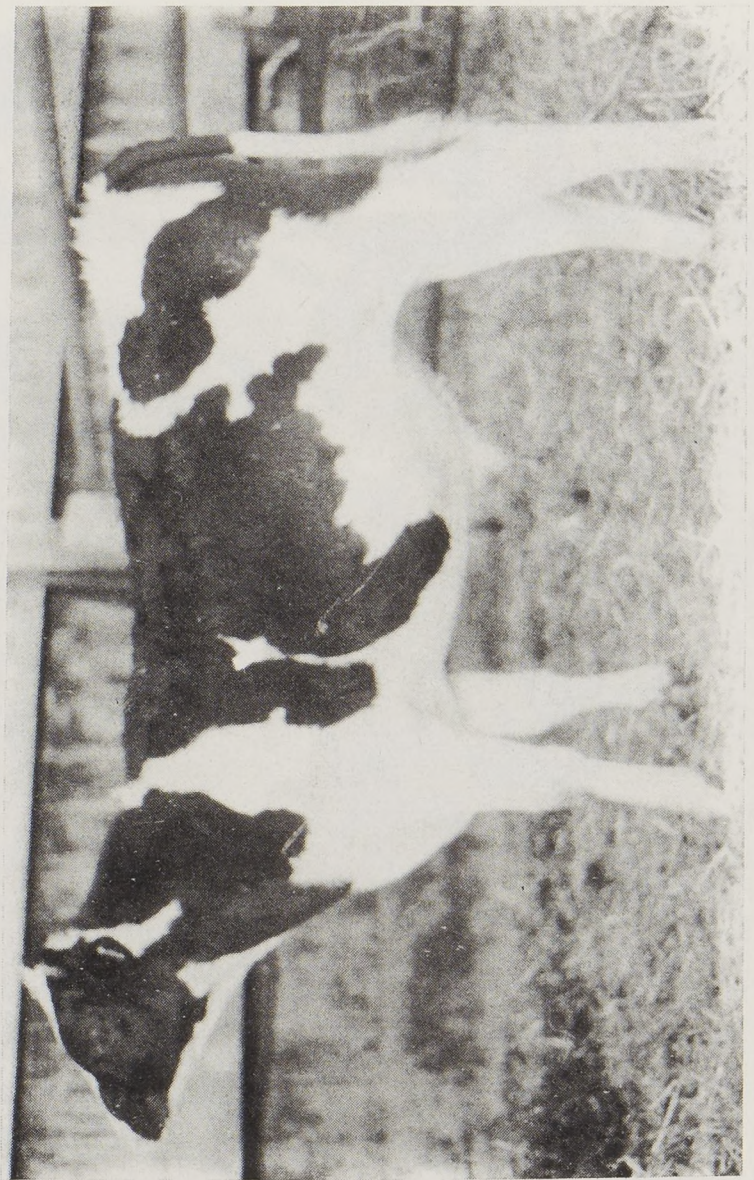
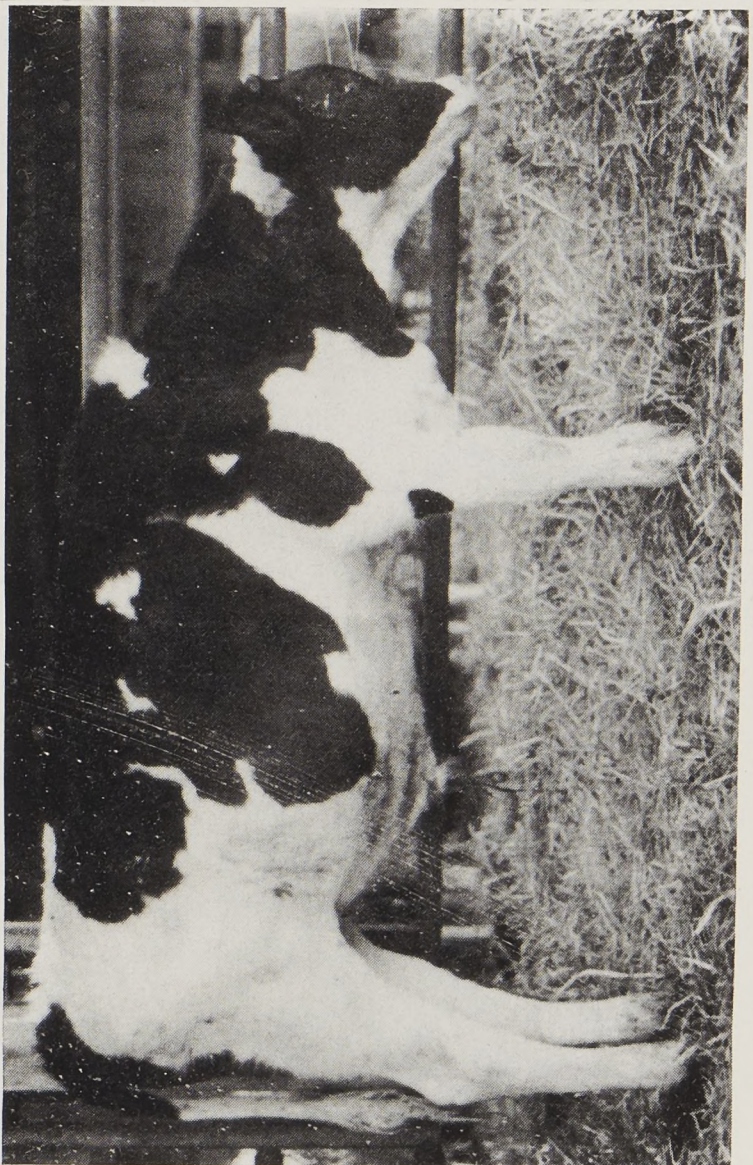
Naissance : 35 kg - 90 jours : 148 kg - 150 jours : 219 kg



83009

83010

Naissance : 32 kg - 90 jours : 152 kg - 150 jours : 208 kg



83010

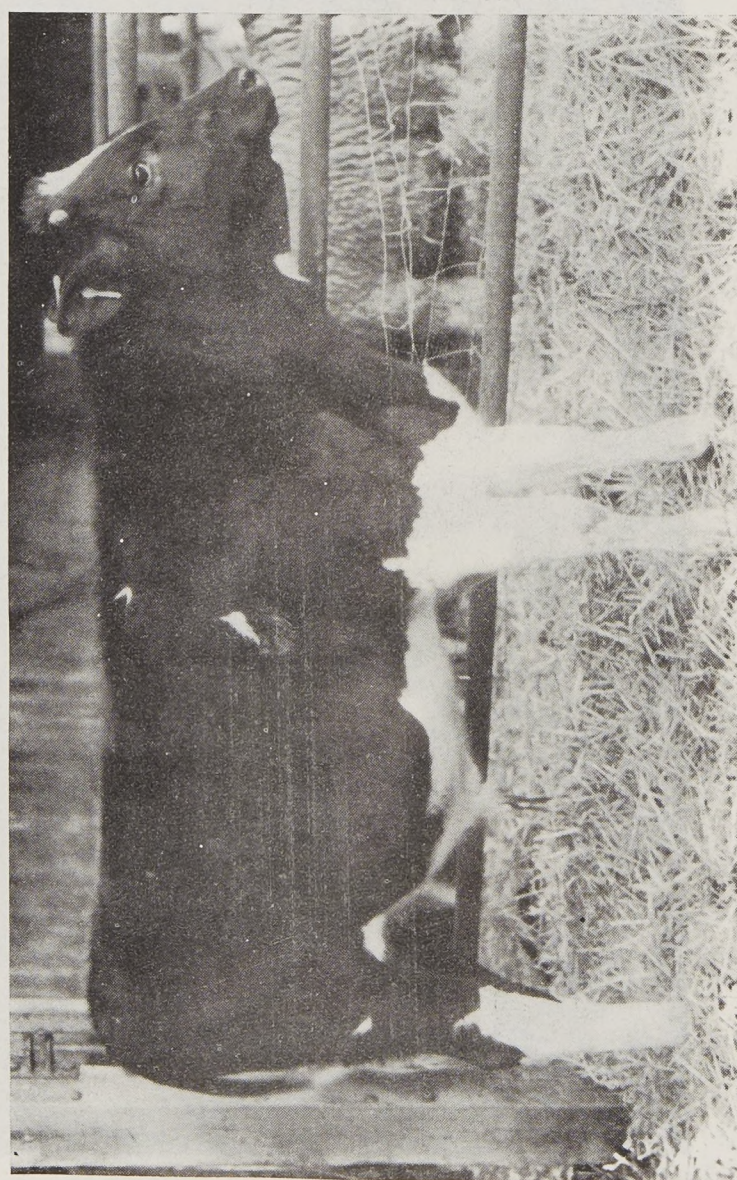


83026

Naissance : 36 kg - 90 jours : 135 kg - 150 jours : 199 kg



83026



83027

Naissance 38 kg - 90 jours : 133 kg - 150 jours : 198 kg

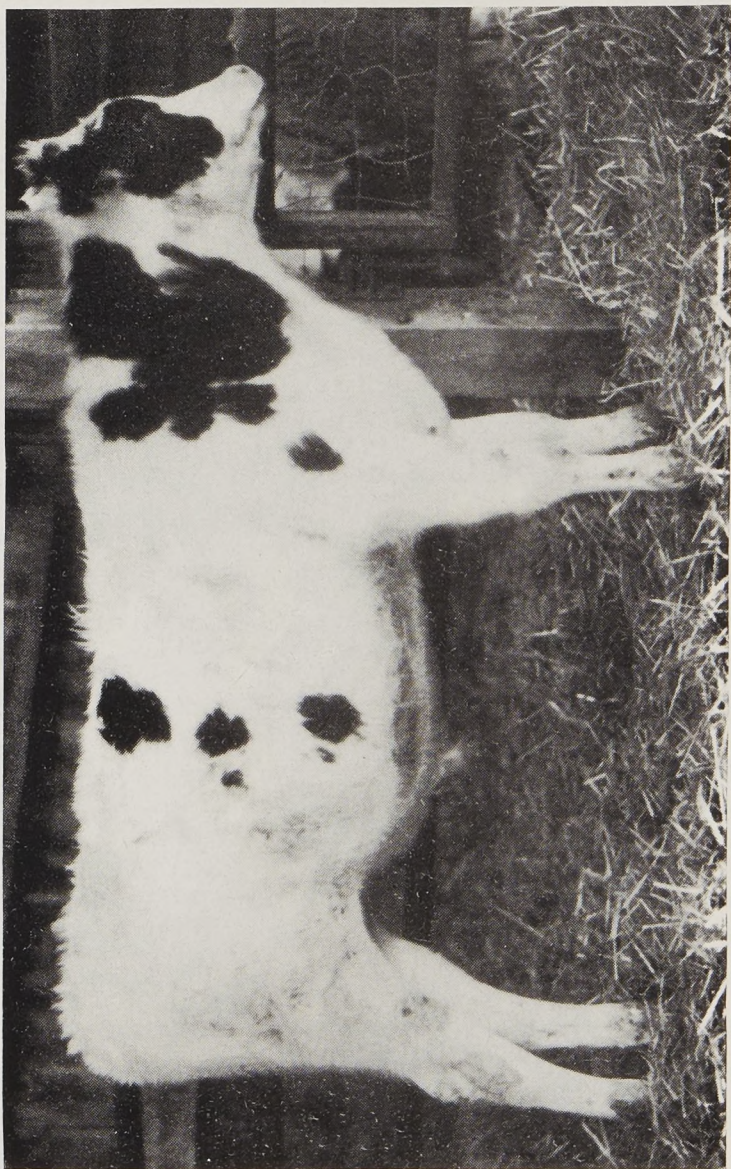


83027

Planche 3

83011 et 83012 de la mère E

Mâles jumeaux monozygotes artificiels :



83011

Naissance : 27 kg - 90 jours : 121 kg - 150 jours : 173 kg



83011



83012

Naissance : 31 kg - 90 jours : 129 kg - 150 jours : 182 kg



83012

83024 et 83025 de la mère C

Mâles jumeaux monozygotes artificiels :



83024

Naissance : 34 kg - 90 jours : 137 kg - 150 jours : 212 kg



83024



83025

Naissance : 31 kg - 90 jours : 129 kg - 150 jours : 195 kg



83025

Valeur nutritive des graines de soja crues ou extrudées pour les ruminants

Brigitte MICHALET-DOREAU, C. BOGAERT et D. BAUCHART*

Laboratoire des Aliments

* *Laboratoire d'Etude du Métabolisme énergétique*

Le tourteau de soja tient une place prépondérante parmi les sources de protéines incorporées dans les aliments concentrés destinés aux ruminants en raison de sa richesse en protéines. L'augmentation de la concentration énergétique des rations par adjonction de graisses animales est une technique qui se développe, particulièrement pour les animaux exigeant un niveau énergétique élevé de la ration (vaches fortes productrices en début de lactation). Or les graines d'oléagineux contiennent de 20 à 40 p.100 d'huile suivant leur nature ; aussi pourraient-elles être substituées aux mélanges de tourteaux et de matières grasses si le taux d'insaturation de leurs chaînes grasses est limité.

Par ailleurs, si le tourteau de soja ne peut être utilisé cru chez le monogastrique en raison de la présence de composés antinutritionnels thermolabiles, il n'en est pas de même pour les ruminants qui sont moins sensibles à ces substances vraisemblablement en raison de la métabolisation dans le rumen d'une fraction importante de ces composés (MORAND-FEHR, 1981). Toutefois, un traitement à la chaleur permet d'accroître la résistance des protéines à la dégradation microbienne dans le rumen. En déplaçant vraisemblablement la digestion des protéines alimentaires du rumen vers l'intestin, le traitement thermique pourrait donc avoir pour effet d'améliorer en quantité l'absorption des acides aminés dérivant de la digestion des protéines de l'aliment.

L'extrusion est un des traitements proposés actuellement pour améliorer la valeur nutritionnelle des graines oléagineuses. Ce procédé consiste à forcer un produit à s'écouler à travers un orifice de petite dimension - la filière -, une partie de l'énergie mécanique communiquée au système étant alors convertie en chaleur (MELCION et COLONNA, 1983) ; il fait donc subir à l'aliment des contraintes mécaniques et thermiques entraînant de profondes modifications physico-chimiques des constituants de cet aliment.

Les travaux réalisés sur l'extrusion ont permis d'apprécier l'effet de ce traitement sur la nature et l'importance des dégradations des aliments traités : amélioration de la digestion enzymatique de l'amidon mesurée essentiellement chez le monogastrique (DELORT-LAVAL et MERCIER, 1976 ; KEMPTON et HIS-COX, 1983) et de la digestion microbienne de l'azote mesurée chez le ruminant (AHRAR et SCHINGOETHE, 1979 ; STERN, 1981 ; STERN et SATTER, 1984). Par contre, à notre connaissance, on ne dispose d'aucun résultat relatif à l'effet de l'extrusion sur la valeur nutritive des aliments extrudés pour les ruminants.

Deux types d'études ont été réalisés sur moutons avec des graines de soja qui constituent actuellement l'essentiel des aliments extrudés commercialisés en France :

- une première étude a porté sur l'intérêt énergétique d'un apport de lipides dans la ration sous forme de graines de soja crues ou extrudées. Pour cela, on a effectué des mesures de digestibilité de ces produits et des paramètres de la digestion dans le rumen (modification de l'activité cellulolytique et des caractéristiques biochimiques du jus de rumen) ;

- une seconde étude a porté sur la détermination de la valeur azotée de ces aliments par la mesure de la dégradabilité ruminale de l'azote *in sacco* (méthode dite « des sachets »).

Pratiquement, ce travail visait donc à répondre aux questions suivantes :

- quelle valeur énergétique peut-on attribuer aux graines de soja crues ou extrudées ?
- les protéines de la graine extrudée ont-elles une meilleure efficacité nutritionnelle que celles de la graine crue ?

I. Conditions expérimentales

Mesures de digestibilité

Une graine de soja crue et cette même graine de soja après extrusion ont été comparées à un tourteau de soja (1). Ces aliments ont été distribués en association avec un foin de ray-grass italien, 2^{ème} cycle (dMO = .596, MAT = 14,4) à 6 moutons adultes castrés standards maintenus en cage à digestibilité. Ces derniers ont reçu successivement les rations suivantes :

- graine de soja crue (30 p.100) + foin (70 p.100)
- graine de soja crue (60 p.100) + foin (40 p.100)
- graine de soja extrudée (60 p.100) + foin (40 p.100)
- tourteau de soja (60 p.100) + foin (40 p.100)

Les rations ont été distribuées en 2 repas par jour, en quantité limitée au niveau de l'entretien, pendant 3 semaines, les mesures des quantités ingérées et excrétées étant réalisées au cours de la troisième semaine.

Sur les aliments offerts et sur les fèces, les analyses effectuées ont été les suivantes : cendres, matières azotées totales, cellulose brute Weende, extrait éthéré et énergie brute mesurée à la bombe calorimétrique.

Par ailleurs, sur les 3 aliments étudiés (tourteau-graine crue et extrudée) on a également déterminé :

- d'une part, la teneur en lipides totaux par gravimétrie après une double extraction au chloroforme-méthanol puis à l'hexane-HCl ; la composition des acides gras a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire de verre imprégnée de FFAP (BAUCHART *et al.*, 1984). Les analyses ont été réalisées sur un échantillon différent de celui sur lequel a été fait l'extrait éthéré, les aliments devant être broyés à froid dans l'azote liquide pour le dosage des lipides ;

- et d'autre part, les teneurs en azote soluble (VERITE et DEMARQUILLY, 1978) et en azote insoluble dans la pepsine (GOERING et VAN SOEST, 1970).

Mesures de digestion dans le rumen

Sur deux moutons fistulés du rumen et recevant les mêmes rations que les animaux en digestibilité plus une ration composée de 30 p.100 de tourteau de soja et de 70 p.100 de foin, des sachets contenant 3 g d'une même paille ont été placés dans le rumen. Ces sachets ont été retirés après 6, 12, 24 et 48 h d'incubation à raison de 2 sachets par mouton et par point de cinétique, selon la méthode proposée par DEMARQUILLY et CHENOST (1969). Les temps de séjour des sachets dans le rumen des points 6 et 12 h ont remplacé le point 8 h de la méthode initiale afin d'augmenter la précision de la mesure, l'action des matières grasses sur la population ruminale étant supposée être relativement rapide (NOBLE *et al.*, 1974). Après incubation dans le rumen, les sachets ont été retirés et soumis à un traitement à la pepsine pendant 48 h, puis séchés (à 80° C pendant 48 h) et pesés. Par ailleurs, le pH, la composition en acides gras volatils (AGV) et la

teneur en azote ammoniacal du jus de rumen ont été déterminés sur des échantillons prélevés sur chaque mouton pendant 2 jours consécutifs, 0-1-2-3-4-6 et 8 heures après le premier repas de la journée.

Mesures de la dégradabilité de l'azote alimentaire dans le rumen (méthode *in sacco*)

Des sachets contenant le tourteau ou les graines de soja crues ou extrudées ont été introduits, juste avant le repas, dans le rumen de 3 moutons castrés standards, fistulés du rumen et adaptés à un même régime contenant 70 p.100 de foin et 30 p.100 de concentré. Ces sachets en tissus de nylon, de 46 µm de taille de pore, contenaient 3 g d'échantillon dont la teneur en matière sèche avait été préalablement déterminée.

Chaque série d'incubation (2 par aliment) correspondait à 5 points de cinétique, soit 2 h - 4 h - 6 h - 12 h et 24 h. Après incubation, les sachets ont été rincés rapidement à l'eau froide puis stockés à - 15° C avant d'être lavés. Ce lavage, réalisé avec une machine à laver manuelle par périodes successives de 2 mn avec renouvellement de l'eau, s'achève lorsque l'eau de rinçage est claire.

La matière sèche résiduelle de l'échantillon a été déterminée à partir du poids sec du sachet, du poids sec initial de l'échantillon et du poids du sachet incubé sec. La teneur en azote a été déterminée sur l'aliment initial et sur la matière sèche résiduelle prélevée dans chaque sachet ; il est ainsi possible de calculer le pourcentage d'azote disparu en fonction du temps de séjour dans le rumen.

II. Résultats

1. Variation de la composition chimique

L'extraction de l'huile entraîne naturellement une diminution des teneurs en matières grasses du tourteau (2,6 p.100 de la MS) par rapport à la graine entière (22,8 p.100), et une augmentation passive des teneurs en matières azotées (52 p.100 contre 40 p.100 de la MS) (tabl. 1). La teneur en cellulose brute de la graine reste néanmoins un peu plus élevée que celle du tourteau mais ceci est vraisemblablement dû au fait que le tourteau est décortiqué. La teneur en extrait éthéré de la graine de soja crue est très proche de sa teneur en lipides totaux soit 22,8 contre 23,7, les lipides des graines étant constitués essentiellement de triglycérides (98 p.100, BAUCHART et DOREAU, 1984). Leur contenu en acides gras se caractérise par un pourcentage élevé d'acides gras polyinsaturés, notamment en acide linoléique (C₁₈ : 2 ; 51 p.100) et à un degré moindre, en acide oléique (C₁₈ : 1 ; 23 p.100).

L'extrusion ne modifie pas la composition en acides gras de la graine ni la teneur en lipides totaux, alors qu'on observe une nette diminution de la teneur en extrait éthéré (-51 g/kg MS). Pour le tourteau de soja, sa composition en acides gras est nettement différente de celle de la graine crue, mais ces variations ne peuvent être discutées étant donné la différence d'origine entre ces deux aliments.

2. Digestibilité et digestion dans le rumen

* Dans un premier temps, on a cherché à caractériser l'effet de la forme d'apport du soja (graine traitée ou non, tourteau) sur la digestibilité des rations (tabl. 2).

(1) Les graines d'oléagineux étaient fournies par la Société DIEVET. La graine extrudée (à 145-150° C pendant 3 secondes) faisait partie du même lot que la graine de soja crue, les deux graines étaient donc à l'origine rigoureusement comparables, alors que le tourteau de soja 50 (décortiqué et toasté) n'était pas issu du même lot de graines.

TABLEAU 1

Composition chimique du tourteau et
de la graine de soja (crue ou extrudée)

	Tourteau de soja	graine de soja	
		crue	extrudée
<u>COMPOSITION CHIMIQUE</u> (p.100 MS)			
MO	93,2	94,5	94,4
MAT	52,2	38,8	41,3
CB	3,9	7,7	6,2
Extrait éthéré	1,2	22,8	17,7
<u>COMPOSITION LIPIDIQUE</u>			
Teneur en lipides (% MS)	1,8	23,7	23,4
Composition en acides gras (p.100 molaire)			
C12:0	6,4	0,4	1,0
C14:0	2,4	0,3	0,6
C16:0	13,0	10,9	10,9
C16:1	2,4	0,4	0,4
C18:0	4,8	4,4	4,3
C18:1	12,7	23,1	23,1
C18:2	29,2	51,0	50,6
C18:3	5,9	6,6	6,6
C15+C17+C19	1,9	0,2	0,1
C20+C22	5,8	1,0	1,7
mono insaturés (> C20)	-	0,4	0,3
<u>COMPOSITION AZOTEE</u>			
N total % MS	8,35	6,22	6,53
N sol. tampon (% NT)	15,6	34,4	7,8
N insol. pepsine (% NT)	5,3	4,7	58,2

TABLEAU 2

Influence de la nature du concentré sur la digestibilité de la ration

	Composition de la ration (g/kg MS)					Digestibilité					
	MO	MAT	CB	MG	(Kg cal/ kg MS) énergie	MS	MO	MA	CB	MG	énergie
Graine soja crue	93,1	29,3	17,4	14,8	5.128	0,674 ^a	0,698	0,821	0,550	0,734	0,671
Graine soja extrudée	92,7	30,7	16,4	11,9	5.086	0,691 ^a	0,711	0,833	0,477	0,792	0,698
Tourteau soja	91,9	37,4	15,0	1,9	4.588	0,768 ^b	0,789	0,882	0,579	0,491	0,772

Des lettres différentes correspondent à une différence significative.

Si dans la ration contenant 60 p.100 de graine de soja crue, on remplace cette fraction par de la graine extrudée, la digestibilité de la matière sèche de la ration n'est pas modifiée de façon significative (+ 0,017 point). La teneur en énergie digestible de la ration reste donc à peu près constante quelle que soit la forme d'apport de la graine : 3440 kcal/kg de MS avec la graine crue contre 3550 kcal avec la graine extrudée.

Parallèlement, le traitement de la graine n'a pas d'influence

sur la composition en AGV du jus de rumen, les teneurs en C2 restent faibles (61,1 p.100 pour la graine de soja crue contre 60,7 pour la graine extrudée) et les teneurs en C3 élevées (respectivement 23,9 et 24,8 pour la graine extrudée). Le pH du jus de rumen des animaux recevant la graine extrudée est légèrement plus élevé (fig. 1), et surtout, la quantité d'acides gras volatils est nettement plus importante avec le régime contenant les graines extrudées.

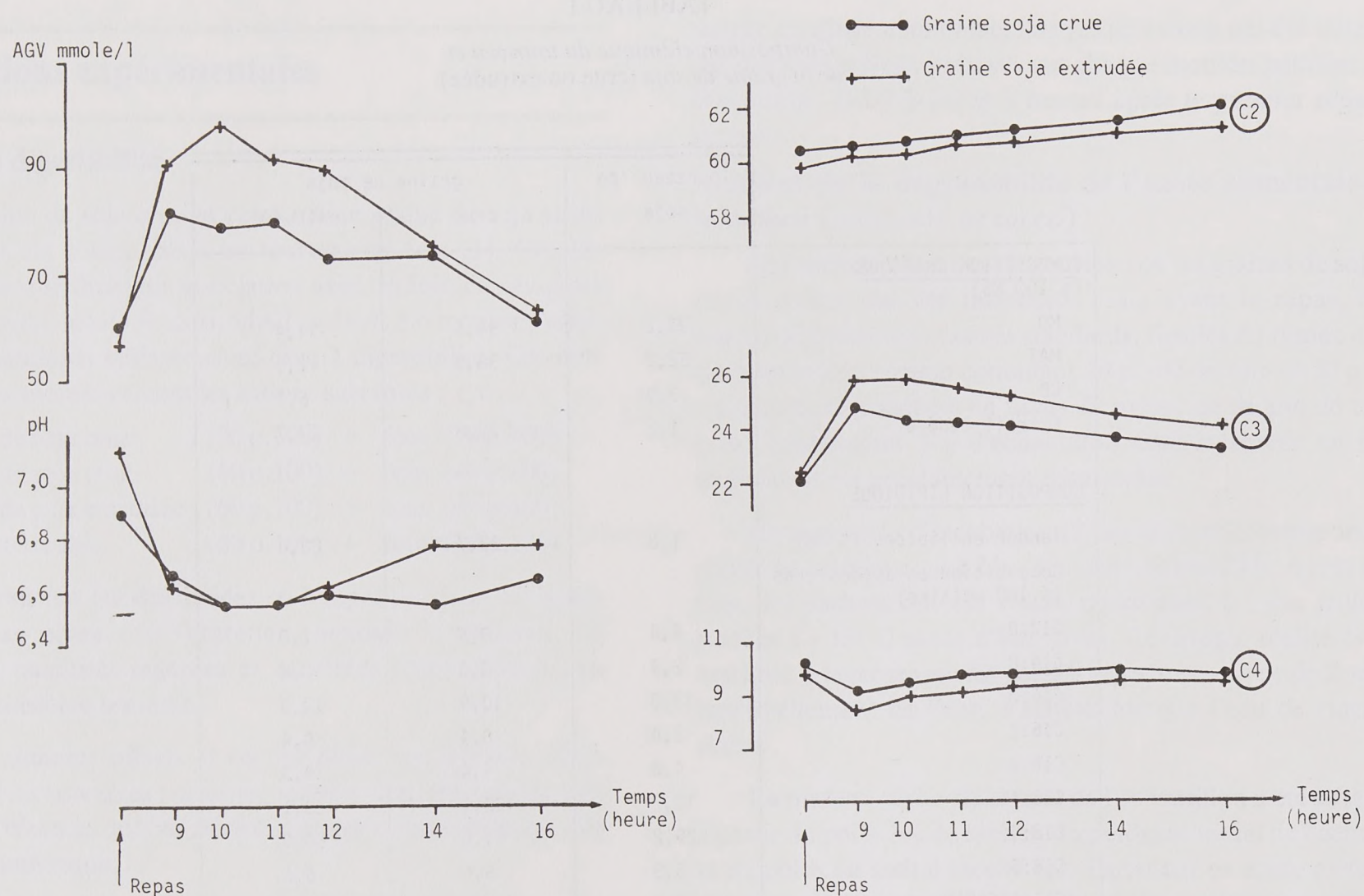


FIG. 1 : Influence de l'extrusion sur l'acidité et la composition du jus de rumen

TABLEAU 3

Influence du p.100 de graine de soja crue dans la ration
sur la digestibilité des différents constituants de cette ration

Pourcentage	Composition de la ration (g/kg MS)					Digestibilité					
	MO	MAT	CB	MG	(Kg cal/ kg MS) énergie	MS	MO	MA	CB	MG	énergie
0	90,9	15,0	31,9	3,0	4.510	0,586 ^a	0,569	0,653	0,610	0,550	0,563
30	92,0	22,0	24,8	8,8	4.757	0,638 ^b	0,651	0,780	0,551	0,754	0,640
60	93,1	29,3	17,4	14,8	5.128	0,674 ^c	0,698	0,821	0,550	0,734	0,671

Des lettres différentes correspondent à une différence significative.

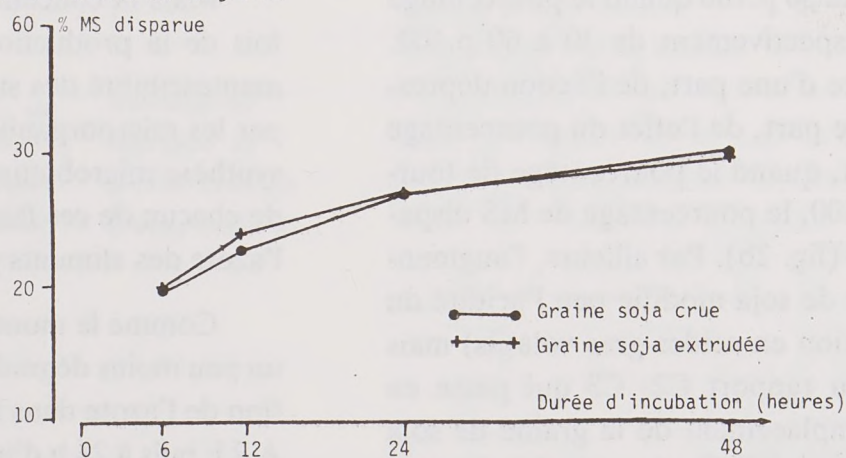
En résumé, la digestibilité des rations à base de graines de soja n'est pas modifiée par le traitement de cette graine, mais elle augmente significativement avec le tourteau de 0,094 pour la matière sèche et de 0,101 pour l'énergie. Cependant, compte tenu de la teneur en énergie brute plus faible, la teneur en énergie digestible de la ration à base de tourteau reste très voisine de celle trouvée avec la graine de soja, soit 3540 contre 3440 kcal/kg de MS.

* Pour mettre en évidence d'éventuelles interactions digestives entre le fourrage et le concentré, on a également fait varier le pourcentage de graine de soja dans la ration. L'augmentation de la concentration en graine de soja crue (de 0 à 60 p.100) se traduit par une augmentation de la teneur en matière grasse de la ration

(3,0 à 14,8 p.100 MS) (tabl. 3). La digestibilité de la matière sèche augmente proportionnellement avec le pourcentage de graine et, par là, la digestibilité de la matière organique et de l'énergie mais la digestibilité de la cellulose brute diminue (-0,060 point).

L'augmentation de la digestibilité de l'énergie de la ration d'une part et la teneur en énergie brute élevée de la graine de soja (5440 kcal/kg MS) d'autre part, conduisent à une augmentation très importante de l'énergie digestible de la ration (de 2540 à 3440 kcal/kg MS) en fonction du pourcentage de graine de soja. Mais l'activité cellulolytique du jus de rumen diminue à mesure que le pourcentage de matière grasse de la ration augmente. Le pourcentage de matière sèche disparu des sachets après 48 h de

a) Influence du traitement de la graine



b) Influence du % de l'aliment étudié et de la nature de cet aliment (graine ou tourteau)

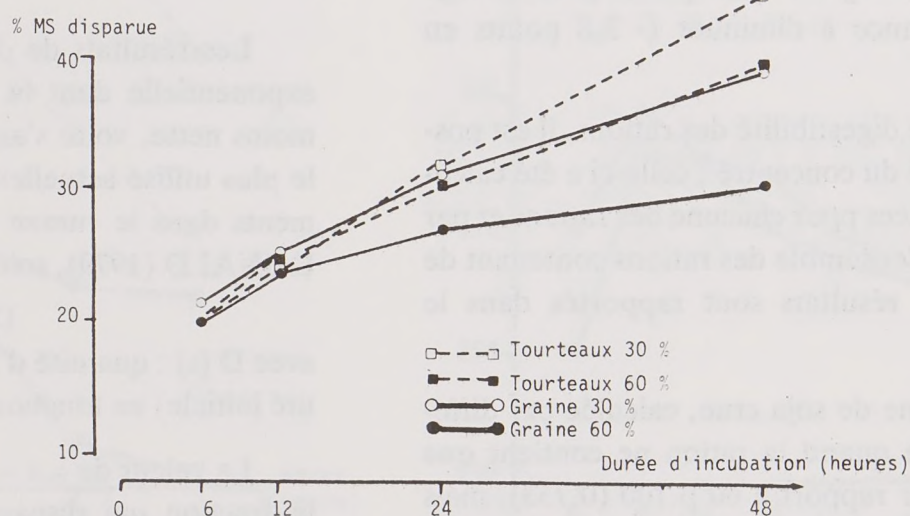


FIG. 2 : Activité cellulolytique du jus de rumen

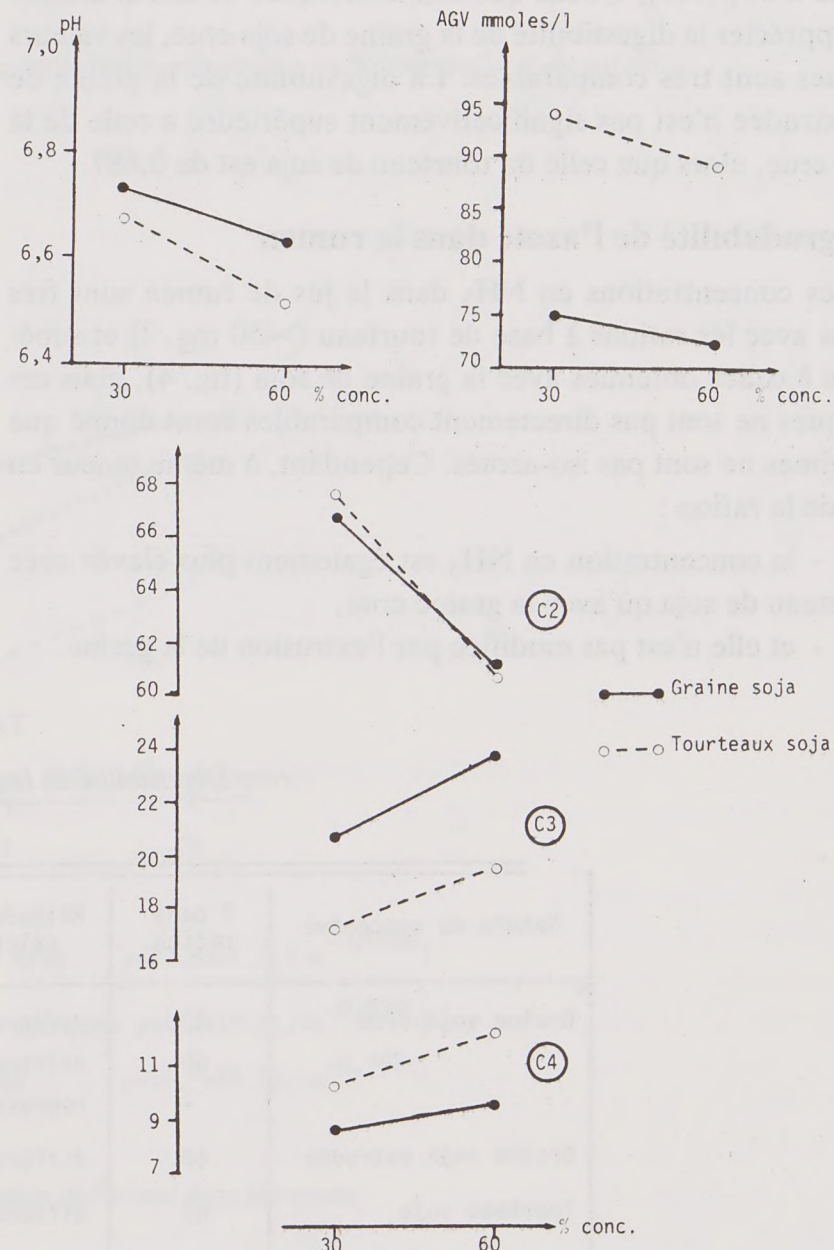


FIG. 3 : Influence du p.100 de concentré et de la nature de ce concentré sur l'acidité et la composition du jus de rumen.

séjour dans le rumen passe de 39 à 30 p.100 quand le pourcentage de graine de soja crue passe respectivement de 30 à 60 p.100. Cette diminution est la résultante d'une part, de l'action dépressive des matières grasses, d'autre part, de l'effet du pourcentage de concentré lui-même. En effet, quand le pourcentage de tourteau de soja passe de 30 à 60 p.100, le pourcentage de MS disparue à 48 h passe de 45 à 39 p.100 (fig. 2b). Par ailleurs, l'augmentation du pourcentage de graine de soja modifie peu l'acidité du jus de rumen (pH ou concentration en acides gras volatils) mais induit une baisse importante du rapport C2/C3 qui passe en moyenne de 3,23 à 2,56. Le remplacement de la graine de soja par du tourteau (à même pourcentage dans la ration) se traduit par une nette augmentation de la concentration en acides gras volatils (+ 18 mmol/l en moyenne), sans modification notable de la composition de ces acides gras, bien que le pourcentage d'acide propionique ait tendance à diminuer (- 3,8 points en moyenne).

* A partir des résultats de digestibilité des rations, il est possible de calculer la digestibilité du concentré ; celle-ci a été calculée par la méthode des différences pour chacune des rations et par la méthode de régression sur l'ensemble des rations contenant de la graine de soja crue. Les résultats sont rapportés dans le tableau 4.

La digestibilité de la graine de soja crue, calculée par différence, est un peu plus élevée quand la ration ne contient que 30 p.100 de graine (0,763) par rapport à 60 p.100 (0,733), mais cette différence n'est pas significative ; comme on pouvait s'y attendre, par ailleurs, la précision de la mesure est moindre dans le cas de la ration contenant 30 p.100 de graine ($\pm 0,042$ contre $\pm 0,033$ à 60 p.100). Quelle que soit la méthode de calcul utilisée pour apprécier la digestibilité de la graine de soja crue, les valeurs obtenues sont très comparables. La digestibilité de la graine de soja extrudée n'est pas significativement supérieure à celle de la graine crue, alors que celle du tourteau de soja est de 0,887.

3. Dégradabilité de l'azote dans le rumen

Les concentrations en NH_3 dans le jus de rumen sont très élevées avec les rations à base de tourteau (>450 mg/l) et supérieures à celles obtenues avec la graine de soja (fig. 4), mais ces cinétiques ne sont pas directement comparables étant donné que les régimes ne sont pas iso-azotés. Cependant, à même teneur en azote de la ration :

- la concentration en NH_3 est également plus élevée avec le tourteau de soja qu'avec la graine crue,
- et elle n'est pas modifiée par l'extrusion de la graine.

Mais la concentration en NH_3 du jus de rumen dépend à la fois de la production d' NH_3 , c'est-à-dire des variations de fermentescibilité des substrats azotés, et de l'utilisation de cet NH_3 par les microorganismes du rumen, c'est-à-dire des variations de synthèse microbienne. Pour essayer de préciser la part respective de chacun de ces facteurs, nous avons mesuré la dégradabilité de l'azote des aliments par la méthode des sachets de nylon.

Comme le montrent les résultats du tableau 5, le tourteau est un peu moins dégradé que la graine de soja crue. Mais la dégradation de l'azote dans le rumen est surtout modifiée par l'extrusion. A 2 h puis à 24 h d'incubation, elle est respectivement de 12 et de 57 p.100 pour la graine de soja extrudée, alors que pour la graine de soja crue, elle est déjà de 49 p.100 à 2 h et est totale (99 p.100) à 24 h.

Les résultats de dégradation *in sacco* décrivent une courbe exponentielle dont la pente initiale diminue de façon plus ou moins nette, voire s'annule vers 24 h. Le modèle mathématique le plus utilisé actuellement pour décrire la dégradabilité des aliments dans le rumen est celui proposé par ØRSKOV et Mac DONALD (1979), soit

$$D(t) = a + b(1 - e^{-ct})$$

avec $D(t)$: quantité d'N disparue (exprimée en p.100 de la quantité initiale) en fonction de la durée d'incubation t .

La valeur de « a », correspondant d'après MILLER (1983) à la fraction qui disparaît très rapidement, essentiellement par solubilisation, est plus faible pour le tourteau que pour la graine de soja crue ; mais surtout cette fraction passe pour la graine de soja de 33 à 5 p.100 après extrusion. On observe une diminution du même ordre avec la solubilité mesurée dans une solution tampon, soit respectivement 34 et 8 (en p.100 N total) pour la graine crue ou extrudée.

Le traitement à la chaleur (extraction de l'huile ou extrusion) accroît la part d'azote lentement dégradé (« b ») aux dépens de l'azote soluble et rapidement dégradable (« a »). Par contre, les 2 traitements ont une action différente sur la vitesse de dégradation (« c ») de la fraction lentement dégradable (« b »), alors que l'extraction de l'huile n'a que peu d'effet sur ce paramètre.

Cette double action de l'extrusion (diminution de la fraction soluble rapidement dégradable d'une part, et de la vitesse de disparition de la fraction insoluble d'autre part), devrait avoir pour effet d'augmenter la quantité de protéines d'origine alimentaire

TABLEAU 4

Digestibilité de la graine et du tourteau de soja

Nature du concentré	% dans ration	Méthode de calcul	dMS	dMO	dE
Graine soja crue	30	différence	$0,763 \pm 0,042$	0,777	0,795
	60	différence	$0,733 \pm 0,033$	0,763	0,731
	-	régression	0,733		
Graine soja extrudée	60	différence	$0,761 \pm 0,040$	0,783	0,772
Tourteau soja	60	différence	$0,887 \pm 0,025$	0,910	0,905

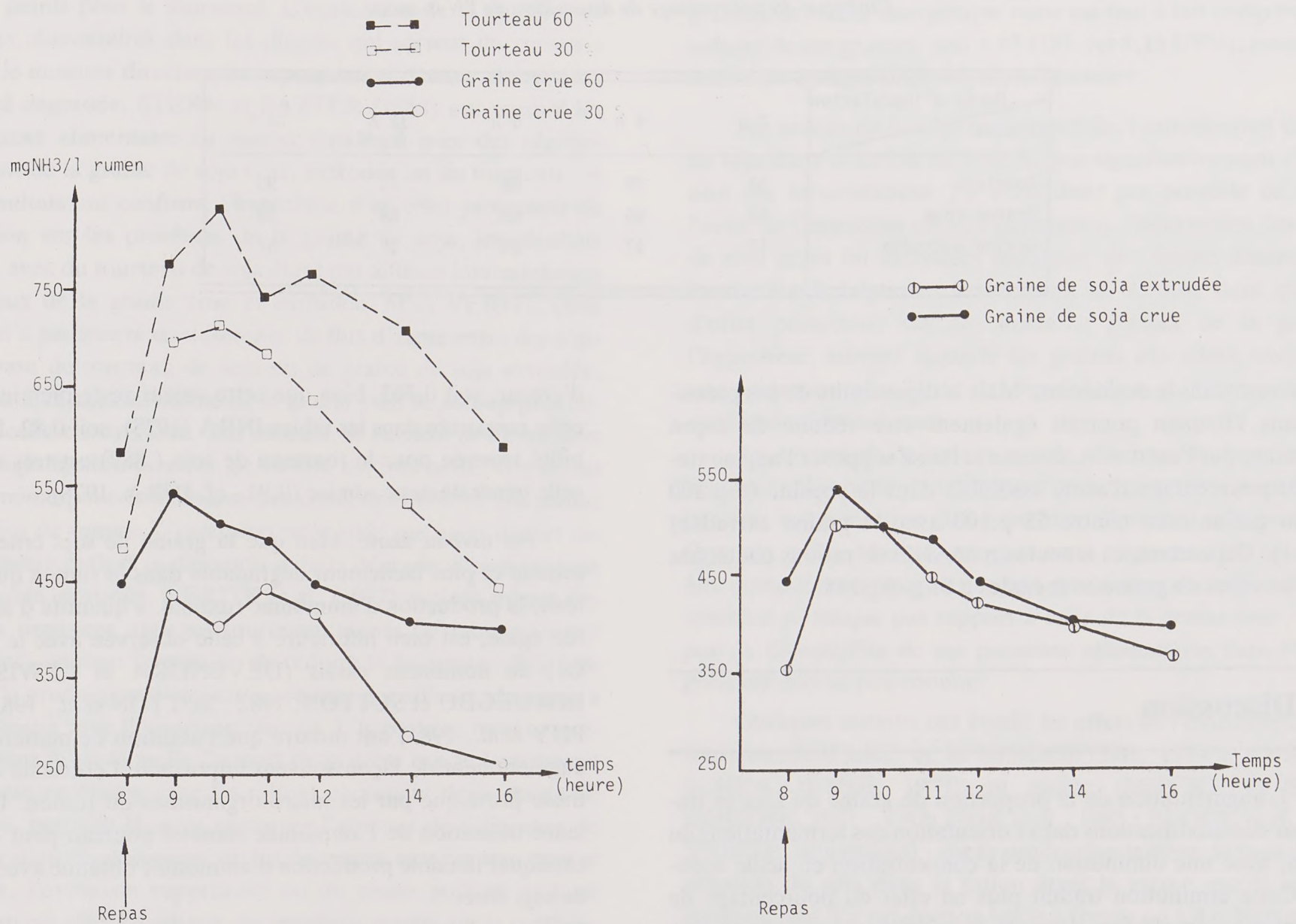


FIG. 4 : Influence de la nature du complément et de son pourcentage sur la teneur en N ammoniacal du jus de rumen

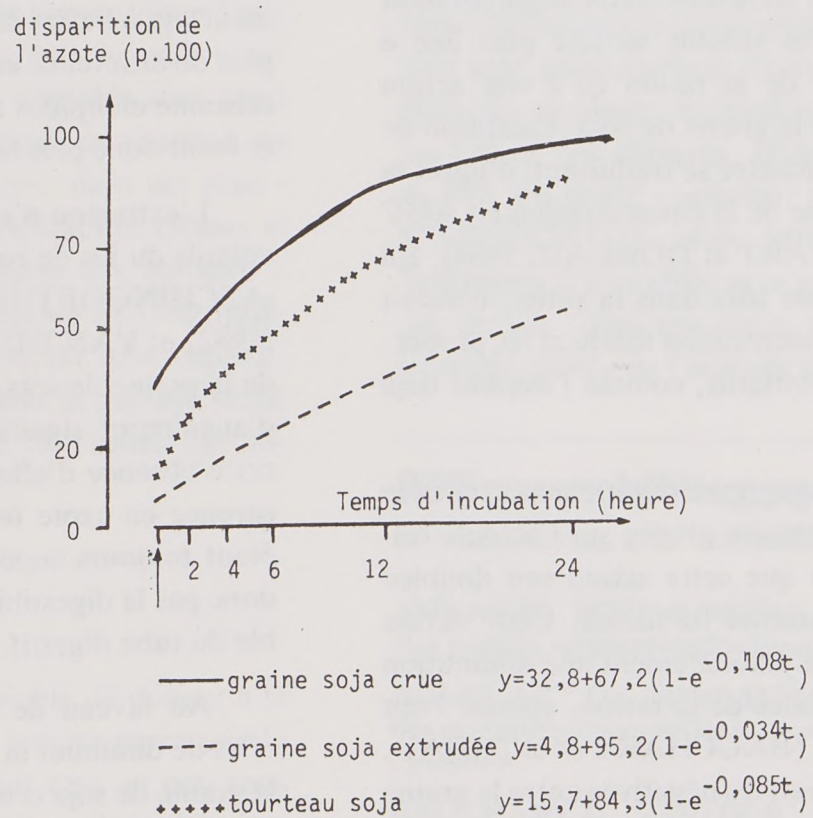


FIG. 5 : Cinétique de dégradation de l'azote dans le rumen

TABLEAU 5

Cinétique du pourcentage de disparition de l'N in sacco

Durée d'inoculation Aliment	2 h	4 h	6 h	12 h	24 h
Tourteau	32	39	48	71	90
Graine crue	49	56	65	84	99
Graine extrudée	12	17	20	37	57

qui arrivent dans le duodénum. Mais la digestibilité de ces protéines dans l'intestin pourrait également être réduite de façon importante par l'extrusion, comme le laisse supposer l'augmentation du pourcentage d'azote insoluble dans la pepsine (5 p.100 avec la graine crue contre 58 p.100 avec la graine extrudée) (tabl. 1). Cependant les teneurs en MAND de rations contenant ces deux types de graine sont égales à 51 g/kg MS.

III. Discussion

* L'augmentation de la proportion de graine de soja se traduit par des modifications dans l'orientation des fermentations du rumen, avec une diminution de la concentration en acide acétique. Cette diminution traduit plus un effet du pourcentage de concentré qu'un effet matière grasse lui-même, la concentration en acide acétique diminuant dans les mêmes proportions avec le pourcentage de tourteau dans la ration. Par ailleurs si la concentration en acides gras volatils n'est pas modifiée par l'augmentation du pourcentage de graine de soja dans la ration, celle-ci augmente dans des proportions importantes quand la graine de soja est remplacée par du tourteau. Et là aussi cette augmentation de la concentration en acides gras volatils semble plus liée à l'augmentation de la digestibilité de la ration qu'à une action dépressive des matières grasses de la graine de soja, l'addition de matières grasses dans l'aliment concentré se traduisant, d'après la bibliographie, par une légère baisse de la concentration en AGV ou aucune modification (BAUCHART et DOREAU, 1984). En résumé, l'introduction de graine de soja dans la ration n'aurait donc que peu d'influence sur la concentration totale et les proportions individuelles en acides gras volatils, comme l'avaient déjà signalé STEELE *et al.* (1971).

Par contre, l'apport de matière grasse semble avoir, chez le mouton du moins, une action dépressive propre sur l'activité cellulolytique du jus de rumen, bien que cette action soit doublée d'un effet du pourcentage de concentré lui-même. Cette action sur l'activité cellulolytique entraîne parallèlement une diminution de la digestibilité des parois végétales de la ration, comme l'ont déjà signalé de nombreux auteurs (BAUCHART et DOREAU, 1984), et donc des interactions digestives négatives entre la graine de soja et le foin de la ration. Cependant, l'activité cellulolytique du jus de rumen des animaux recevant 30 p.100 de graine de soja n'est pas sensiblement différente de celle des animaux recevant 60 p.100 de tourteau de soja. On peut donc admettre que la valeur de digestibilité de cette ration, n'est pas trop entachée

d'erreur, soit 0,763, bien que cette valeur reste bien inférieure à celle rapportée dans les tables INRA (1978), soit 0,82. La digestibilité trouvée pour le tourteau de soja (.887) est très voisine de celle généralement admise (0,91 - cf. INRA, 1978).

Au niveau azoté, bien que la graine de soja crue soit plus soluble et plus facilement dégradable dans le rumen que le tourteau, la production d'ammoniac ruminal, à quantité d'azote ingérée égale, est bien inférieure à celle observée avec le tourteau. Or, de nombreux essais (DEVENDRA et LEWIS, 1974 ; IKWUEGBU et SUTTON, 1982 ; SUTTON *et al.*, 1983 ; MURPHY *et al.*, 1984) ont montré que l'addition de matières grasses augmentaient de façon souvent importante l'efficacité de la synthèse protéique par les micro-organismes du rumen. Une meilleure utilisation de l'ammoniac ruminal pourrait peut être alors expliquer la faible production d'ammoniac obtenue avec la graine de soja crue.

* L'extrusion des graines oléagineuses entraîne une diminution des teneurs en matières grasses (dosées par l'extrait éthéré), comme l'ont rapporté DANIELS *et al.* (1973) et VAN DIJK *et al.* (1983). Mais il est probable que cette diminution est plus due à la méthode de dosage ou à l'hétérogénéité de l'échantillon de graine de soja extrudée (due aux difficultés de broyage de cet aliment) qu'à l'effet du traitement lui-même. En effet, on ne trouve plus de différence entre graine de soja crue ou extrudée quand on raisonne en lipides totaux (les aliments ayant été finement broyés et étant donc plus homogènes pour ces dernières analyses).

L'extrusion n'a pas d'effet sur la composition en acides gras volatils du jus de rumen, comme l'avaient déjà signalé MIELKE et SCHINGOETHE (1981), Mc GUFFEY et SCHINGOETHE (1982) et VAN DIJK *et al.* (1983). Parallèlement, la substitution de la graine de soja crue par de la graine extrudée n'a pas permis d'augmenter significativement la digestibilité de la ration ; et cette absence d'effet de l'extrusion ne peut être attribuée à une carence en azote fermentescible, les teneurs en NH₃ du rumen étant toujours supérieures à 350 mg/l. L'extrusion ne modifie donc pas la digestibilité de la graine de soja au niveau de l'ensemble du tube digestif.

Au niveau de la valeur azotée, l'extrusion a pour double effet de diminuer la fraction soluble et rapidement dégradable de la graine de soja crue (de 33 à 5 p.100), et de ralentir la vitesse de dégradation de la fraction insoluble. Ces résultats sont en accord avec ceux de STERN *et al.* (1980) qui montrent par ailleurs que la solubilité de la graine de soja passe de 44 à 21 p.100 après chauffage (107° C), cette solubilité diminuant encore jusqu'à 8 p.100 quand la température augmente à 130° C (STERN, 1981).

De même, SCHINGOETHE *et al.* (1979), en extrudant des tourteaux à 120° C, réduisent la solubilité de 4,6 points pour le soja et de 10,6 points pour le tournesol. L'évaluation de la quantité de protéines alimentaires dans les digesta qui sortent du rumen a permis de mesurer directement la proportion d'azote alimentaire qui a été dégradée. STERN et SATTER (1984) ont mesuré les flux d'azote alimentaire au niveau duodénal avec des régimes contenant de la graine de soja crue, extrudée ou du tourteau ; et leurs résultats ont confirmé l'hypothèse d'un effet protecteur de l'extrusion sur les protéines de la graine de soja, les résultats obtenus avec du tourteau de soja étant par ailleurs intermédiaires entre ceux de la graine crue et extrudée. Mais VERITE (non publié) n'a pas trouvé de différence de flux d'azote entre des régimes à base de tourteau de soja ou de graine de soja extrudée, alors que la fermentescibilité de la graine était beaucoup plus faible que celle du tourteau. Par ailleurs, si l'action de l'extrusion sur la dégradabilité *in sacco* de l'azote est très nette, il n'en est pas de même pour la cinétique des concentrations en ammoniac dans le jus de rumen. L'extrusion ne semble pas avoir d'effet sur ce paramètre malgré la diminution de la dégradabilité de l'azote de la graine extrudée. VERITE *et al.* (1977) avaient trouvé des résultats similaires avec les tourteaux tannés, le tannage ayant pour effet - comme l'extrusion de réduire la fermentescibilité de l'azote, la production d'ammoniac restant par ailleurs identique à celle obtenue avec le tourteau témoin. L'hypothèse retenue précédemment selon laquelle l'apport de matière grasse favoriserait la synthèse protéique avec les rations contenant de la graine de soja crue, pourrait là aussi expliquer l'absence de différence de concentration en ammoniac du jus de rumen entre graine crue et extrudée, l'extrusion supprimant ou du moins pouvant réduire fortement cet effet bénéfique des matières grasses sur la synthèse protéique. Des études détaillées permettant d'apprécier la synthèse protéique par les microorganismes - bilan d'N au niveau du duodénum - sont nécessaires pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Enfin, si l'on admet que l'extrusion réduit fortement la dégradabilité des protéines de soja, la part de l'azote alimentaire arrivant dans le duodénum augmente, mais reste à savoir si les protéines alimentaires de la graine de soja extrudée sont aussi digestibles dans l'intestin grêle que les protéines du tourteau ou de la graine de soja crue. Les résultats obtenus dans cet essai - teneur en matière azotée non digestible (MAND) des rations et pourcentage d'azote insoluble dans la pepsine des aliments - apparaissent contradictoires ; mais les teneurs en MAND reflètent la digestibilité de l'azote sur l'ensemble du tube digestif, alors que le pourcentage d'azote insoluble dans la pepsine serait un estimateur de la digestibilité intestinale de l'azote des aliments.

*
* *

Si à la suite de cet essai, il n'est pas possible de donner à la graine de soja crue une valeur énergétique précise parce que la digestibilité de l'énergie de ces aliments peut être un peu sous évaluée, il n'en reste pas moins vrai que cette valeur doit être bien inférieure à celle donnée dans les tables INRA, 1978, respectivement 1,17 UFL (et 1,13 UFV) contre 1,31 UFL / kg de MS (et 1,27 UFV). D'autre part, l'extrusion ne permet pas d'augmenter la digestibilité de l'énergie, et donc la valeur énergétique de la

graine de soja (1,15 UFL et 1,09 UFV / kg de MS). Enfin, la digestibilité du tourteau de soja étant plus élevée que celle des graines, sa valeur énergétique nette est tout à fait comparable aux valeurs de ces graines, soit 1,17 UFL (et 1,15 UFV), parce que sa teneur en énergie brute est bien inférieure.

Au niveau de la digestion ruminale, l'introduction de graine de soja dans la ration ne modifie pas significativement l'orientation des fermentations ; il n'est donc pas possible de dégager l'effet de l'extrusion sur ces paramètres. Néanmoins, les graines de soja crues ou extrudées induisent une même diminution de l'activité cellulolytique. L'extrusion ne semble donc pas avoir d'effet protecteur sur les matières grasses de la graine et l'hypothèse, suivant laquelle les graines extrudées assureraient une libération plus lente des lipides dans le rumen, n'est pas confirmée dans cet essai.

Au niveau de la valeur azotée, l'action de l'extrusion est beaucoup plus nette, le traitement de la graine devrait se traduire par une augmentation des protéines alimentaires arrivant dans l'intestin grêle. Mais, d'une part cette augmentation serait peut être compensée en partie par une diminution de l'efficacité de la synthèse protéique par rapport à celle de la graine crue, d'autre part la digestibilité de ces protéines alimentaires dans l'intestin grêle est encore peu connue.

Quelques auteurs ont étudié les effets de l'extrusion du soja-tourteau (MIELKE et SCHINGOETHE, 1979 ; AHRAR et SCHINGOETHE, 1979) ou graine (MIELKE et SCHINGOETHE, 1981 ; VAN DIJK *et al.*, 1983 ; BLOCK *et al.*, 1981 ; VERITE, non publié) - sur la production laitière, le taux d'incorporation du soja dans la ration étant la même que le soja soit traité ou non. La production laitière (brute ou à 4 p.100) ne montre pas de différence entre le soja témoin et extrudé et on observe même une légère baisse du taux butyreux avec l'extrusion ; le traitement de la graine ou du tourteau semble cependant favoriser la reprise de poids des vaches laitières. L'effet nul ou très faible de l'extrusion sur les performances laitières des animaux est en accord avec les résultats de digestibilité trouvés dans cet essai. D'autre part, les régimes utilisés dans les essais de production sont généralement excédentaires en PDI et ne permettent donc pas de mettre en évidence l'action éventuelle de l'extrusion sur l'azote des aliments. Dans les deux seules études où l'apport de PDI est limité - inférieur à 45 g PDI / kg de lait (AHRAR et SCHINGOETHE, 1979 ; MIELKE et SCHINGOETHE, 1981) - l'extrusion n'a modifié ni la production laitière, ni le taux protéique du lait ; dans ces essais, le traitement n'a donc pas amélioré la valeur azotée de l'aliment (graine ou tourteau).

Références bibliographiques

- AHRAR M., SCHINGOETHE D.J., 1979. Heat treated soybean meal as a protein supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **62**, 932.
- BAUCHART D., DOREAU M., 1984. Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion des ruminants. CAAA-A.
- BAUCHART D., VERITE R., REMOND B., 1984. Long chain fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. *Can. J. anim. Sci.*, **64** (suppl.) 33.
- BLOCK E., MULLER L.D., GRIEL L.C., GARWOOD D.L., GARWOOD J.R., 1981. Brown-midrib-3 corn silage and heat extruded soybeans for early lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **64**, 1813.

- DANIELS L.B., CANTRELL S.E., HORNSBY Q., 1973. Digestibility of and growth on rations containing processed and unprocessed soybeans. *J. Dairy Sci.*, **56**, 824.
- DEVENDRA C., LEWIS D., 1974. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. *Anim. Prod.*, **19**, 67.
- DELORT-LAVAL J., MERCIER C., 1976. Evaluation de divers traitements technologiques des céréales. I. Choix des traitements et étude de leur influence sur la fraction glucidique du blé, de l'orge et du maïs. *Ann. Zootech.*, **25**, 3.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., SAUVANT D., 1978. Tableaux de la valeur nutritive des aliments. Chapitre 17 in « *Alimentation des Ruminants* » ed. INRA Publ., Versailles.
- DEMARQUILLY C., CHENOST M., 1969. Etude de la digestion des fourrages dans le rumen par la méthode des sachets de nylon ; liaison avec la valeur alimentaire. *Ann. Zootech.*, **18**, 419.
- DOREAU M., BAUCHART D., 1984. Optimisation de la digestion des régimes riches en lipides. CAAA-J.
- GOERING H.K., VAN SOEST P.J., 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some application). Agricultural Handbook 379 - USDA - ARS.
- KEMPTON T.J., HISCOX J.F., 1983. The effect of cracking, pelleting and dry extrusion on *in vitro* degradation characteristics of cereal grains used as ruminants feeds. *Feed Ind. and Anim. Prod.* Sydney.
- IKWUE GBU U.A., SUTTON J.D., 1982. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *Brit. J. Nutr.*, **48**, 365.
- MC GUFFEY R.K., SCHINGOETHE D.J., 1982. Whole sunflower seeds for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **65**, 1479.
- MC LEOD G.K., BUCHANAN-SMITH J.G., 1972. Digestibility of hydro-genated tallow, saturated fatty acids and soybean oil supplemented diets by sheep. *J. anim. Sci.*, **35**, 890.
- MELCION J.P., COLONNA P., 1983. La cuisson-extrusion dans le domaine alimentaire : principes, applications, perspectives. *Rev. Alim. anim.*, **368**, 43.
- MIELKE C.D., SCHINGOETHE D.J., 1979. Heat-treated soybean meal for cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, **62** (suppl. 1), 74.
- MIELKE C.D., SCHINGOETHE D.J., 1981. Heat treated soybeans for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **64**, 1579.
- MILLER E.L., 1982. Methods of assessing proteins for ruminants including laboratory methods. In « *Studies in the agricultural and food sciences - Protein contribution of feedstuffs for ruminants* ». Butterworth.
- MORAND-FEHR P., 1981. Intérêt de l'incorporation des graines de soja et de colza traitées à la chaleur au régime des monogastriques et des ruminants. CAAA-B.
- MURPHY J.J., UDEN P., PALMQUIST D.L., WIKTORSSON H., 1984. Rumen and total digestibilities in lactating cows fed diets containing full-fat rapeseed. *C.R. Réunion FEZ - La Haye*, 22 p.
- NOBLE R.C., MOORE J.H., HARFOOT C.G., 1974. Observations on the pattern on biohydrogenation of esterified and unesterified linoleic acid in the rumen. *Brit. J. Nutr.*, **31**, 99.
- ORSKOV E.R., MC DONALD I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according of rate to passage. *J. agric. Sci. Camb.*, **92**, 499.
- SCHINGOETHE D.J., AHRAR M., 1979. Protein solubility, amino-acid composition and biological value of regular and heat-treated soybean and sunflower meals. *J. Dairy Sci.*, **62**, 925.
- STEELE W., NOBLE R.C., MOORE J.H., 1971. The effects of two methods of incorporating soybean oil into the diet on milk yield and composition in the cow. *J. Dairy Res.*, **38**, 43.
- STERN M.D., SANTOS A.S., WEAKLEY D.C., SATTER L.D., 1980. Resistance of extruded whole soybeans for microbial degradation in the rumen. *J. anim. Sci.*, **51** (suppl. 1), 38.
- STERN M.D., 1981. Effects of heat in protein utilization by ruminants. *Feedstuff*, **53** (46), 24.
- STERN M.D., SATTER L.D., 1984. Evaluation of nitrogen solubility and the dacron bag technique as method for estimating protein degradation in the rumen. *J. anim. Sci.*, **58**, 714.
- SUTTON J.D. KNIGHT R., MC ALLAN A.B., SMITH R.H., 1983. Digestion and synthesis in the rumen of sheep given diets supplemented with free and protected oil. *Br. J. Nutr.*, **49**, 419.
- VAN DIJK H.J., O'DELL C.D., PERRY P.R., GRIMES L.W., 1983. Extruded versus raw grained soybeans for dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, **66**, 2521.
- VERITE R., PONCET C., CHABI S., PION R., 1977. Utilisation des tourteaux traités au formol par les vaches laitières. I. Aspects digestifs. *Ann. Zootech.*, **26**, 167.
- VERITE R., DEMARQUILLY C., 1978. Qualité des matières azotées des aliments pour ruminants. in « *La vache laitière* », ed. INRA Publ. Versailles, 143-158.

Alimentation hivernale des vaches laitières à faible coût de production ⁽¹⁾

M. JOURNET

INRA, Station de Recherches sur la Vache laitière
St-Gilles - 35590 L'Hermitage

I. Introduction

Dans l'économie des exploitations laitières spécialisées, l'alimentation du troupeau représente toujours la charge la plus élevée. Dans une étude réalisée de 1980 à 1983 dans le département de la Somme, les charges spécifiques liées à l'alimentation ont été égales à près de 40 p.100 du produit bovin (lait + viande) dans des exploitations de 48 vaches laitières produisant 5110 kg de lait par vache et par an (sur 39 ha dont 68 p.100 en surface fourragère) (AMON *et al.*, 1984). Les charges sont les plus élevées en hiver en raison des coûts de récolte, de conservation, de stockage et de distribution des fourrages et des coûts de complémentation en aliments concentrés. Les résultats économiques du troupeau s'apprécient par la marge brute bovine qui est la différence entre le produit et les charges liées aux bovins et à la surface fourragère rapportée soit à l'unité de cheptel soit à l'ha de fourrage. Ce dernier critère économique a pu être relié étroitement ($r = 0,89$) (AMON *et al.*, 1984) à un critère technico-économique beaucoup plus simple : la quantité de lait par ha de fourrage, concentré déduit = lait produit - lait équivalent à la dépense de concentré et éventuellement à l'achat de fourrages grossiers / ha de fourrage (en France, 1 kg de lait équivaut (en francs) le plus souvent à 1 kg de concentré acheté).

II. Principaux facteurs techniques qui influent sur le revenu de l'exploitation laitière

La liaison étroite qui existe entre la marge brute et la production de lait par ha de fourrage, concentré déduit, met en évidence l'influence de 3 facteurs principaux : 1) la production de lait, ainsi

que 2) la quantité d'aliment concentré par vache et 3) l'intensification fourragère caractérisée par le chargement (nombre de vaches/ha de fourrage). Dans le département du Finistère (MATHIOT, 1981), les meilleures exploitations laitières qui ont une marge brute / ha double des moins bonnes, ont eu par vache une production laitière supérieure de 25 p.100, un chargement supérieur de 47 p.100 et une consommation de concentré par vache supérieure seulement de 2 p.100. Des résultats plus récents de 1982-83 donnent une importance plus équilibrée à ces 3 facteurs (tabl. 1) qu'il convient cependant de mieux dissocier.

1. Production laitière par vache et potentiel génétique

L'accroissement de la production laitière par vache s'accompagne d'un accroissement de la marge brute / ha, mais à même niveau de production celle-ci varie dans la proportion de 1 à 3 pour des troupeaux produisant 4500 kg de lait / vache / an (fig. 1) (MATHIOT, 1981). Pour isoler l'effet du potentiel génétique, les troupeaux ont été classés selon l'index génétique des pères. Ceux qui ont eu un index plus élevé (de 748 kg de lait) ont eu un résultat économique supérieur de 10 p.100 pour une production par vache supérieure de 14 p.100 (tabl. 2). La différence de potentiel génétique doit cependant expliquer en majeure partie la marge par ha de fourrage plus élevée (de 10 p.100) des troupeaux de type Holstein par rapport à ceux de type Frison, pour une production de lait par vache supérieure de 18 p.100, dans des exploitations laitières assez comparables (AMON *et al.*, 1984).

2. Quantité de concentré

Dans une étude réalisée par les EDE de Bretagne et le Contrôle laitier en 1983 sur 839 troupeaux à plus de 6000 kg de lait / vache / an répartis en 3 classes de niveau d'apport de concentré, le résultat économique apprécié par la quantité de lait par ha de fourrage, concentré déduit, a été le même (11 000 F), quel que soit l'apport de concentré et pour une production de lait inférieure de 400 kg avec le niveau Bas (tabl. 3), ce qui n'a pu être obtenu que grâce à une bonne valorisation des surfaces fourragères.

(1) Texte présenté à la 35^{ème} Réunion de la FEZ - La Haye - 6-9 août 1984

TABLEAU 1

*Caractéristiques techniques des exploitations
laitières selon leur résultat économique (1)*

	Résultat économique par Ha de fourrage (2)		
	Bas	Moyen	Haut
Lait par ha de Fourrage (concentré déduit) : kg	7051	9023	10986
Lait/vache/an : kg	4568	5025	5508
Concentré/vache/an : kg	726	806	885
Vaches/Ha de fourrage	1.90	2.14	2.38

(1) Résultat du contrôle laitier dans le département du Finistère (1/4 1982 au 1/4 1984).

(2) Déterminé d'après le critère Lait par Ha de Fourrage (concentré déduit) = (lait produit - lait équivalent à l'achat de concentré) / ha de Fourrage.

TABLEAU 2

*Influence du potentiel génétique des troupeaux laitiers sur le résultat économique
(lait par ha de fourrage concentré déduit) (1)*

	Index génétique (moyen) des pères des vaches (lait : kg)		
	+ 430	- 3	- 318
Nombre d'exploitations	42	149	84
Par vache et			
par an : kg			
Lait	5564	5373	4879
Concentré	863	806	726
Par Ha de			
Fourrage			
Vaches	2.23	2.27	2.28
Lait (concentré déduit)	10318	10304	9404

Etude réalisée par l'Etablissement Départemental d'Elevage du Finistère (d'après D. MATHIOT, 1981).

(1) Voir tableau 1.

TABLEAU 3

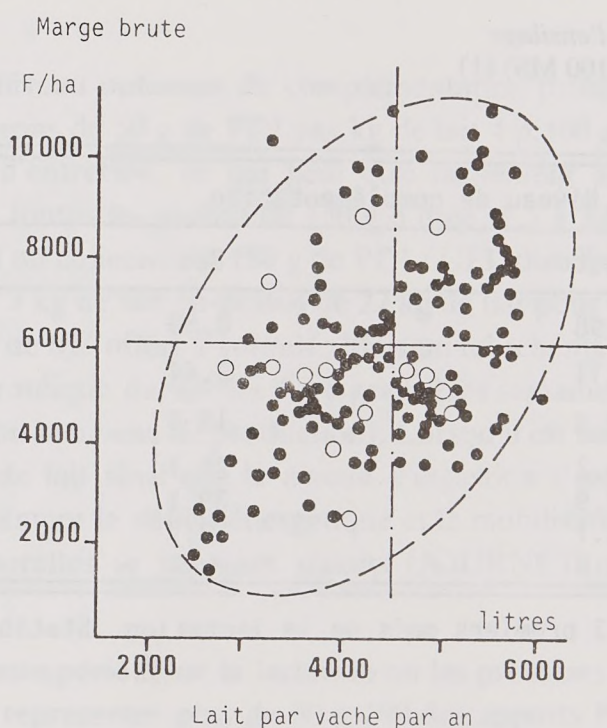
*Lait par ha de fourrage (concentré déduit) selon
le niveau d'apport de concentré (1)*

	Niveau d'apport de concentré : kg/vache/an		
	< 1000	1000 à 1500	> 1500
Par vache			
par an (kg)			
Concentré	869	1239	1753
lait	6241	6395	6668
Par Ha de			
Fourrage			
Vaches	2.04	2.11	2.15
Lait (concentré déduit)	10995	11101	10821

(1) Etude réalisée par les Etablissements Départementaux d'Elevage et du contrôle laitier, du Finistère, des Côtes du Nord et d'Ille et Vilaine sur 839 élevages (troupeaux à plus de 6000 kg de lait/vache/an).

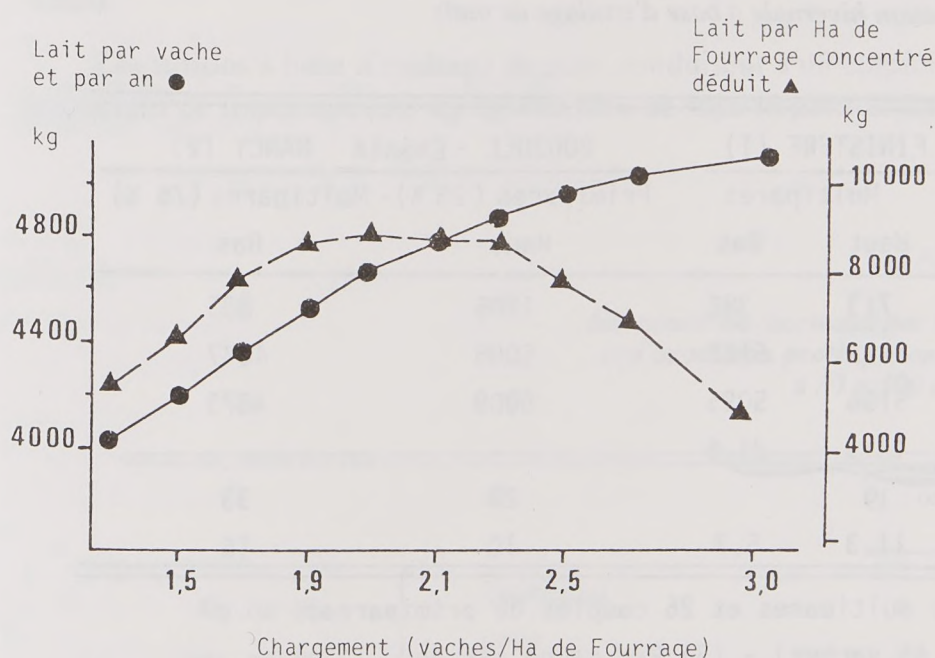
3. Intensification fourragère (chargement)

Le classement des exploitations laitières en fonction du chargement fait apparaître une liaison étroite avec le résultat économique/ha qui s'accroît dans la proportion de 1 à 2,5 lorsque le chargement s'accroît de 1,5 à 3,0 vaches par ha de fourrage (fig. 2). Simultanément, la production laitière augmente d'abord, puis se stabilise et enfin diminue. Il semble donc que l'intensification fourragère soit le moyen le plus efficace d'accroissement du revenu à même niveau de production par vache ou même à niveau inférieur. Cette méthode d'approche à partir des résultats technico-économiques des élevages laitiers ne permet cependant pas de faire abstraction de la compétence des éleveurs. Il est de ce fait nécessaire de mieux connaître l'intérêt (et les limites) de maximiser les fourrages dans la ration en fonction notamment des techniques de production et de conservation des fourrages, du prix d'achat des aliments concentrés et du prix de vente du lait. Nous nous intéresserons tout particulièrement aux rations à base d'ensilage (herbe et maïs) qui ont fait l'objet d'une mise au point récente (JARRIGE, DEMARQUILLY et DULPHY, 1982).



(1) Sur 197 troupeaux laitiers du Finistère spécialisés ● ou mixtes ○ (MATHIOT, 1981)

FIG. 1 : Marge brute et niveau de production laitière (1)



(1) Sur 2810 élevages suivis par le contrôle laitier du Finistère (MATHIOT, 1981)

FIG. 2 : Lait par ha de fourrage, concentré déduit et chargement en animaux par ha de fourrage (1)

III. Rations à base d'ensilage de maïs

Les essais conduits à la Station de Recherches sur la Vache laitière de l'INRA ont cherché, en vue de réduire le coût des rations, à maximiser l'importance de l'ensilage de maïs et à déterminer pour cela 1) le stade optimum de maturité, 2) le niveau minimum de complémentation énergétique, 3) la meilleure complémentation azotée et 4) la nature des compléments énergétiques.

1. Stade de maturité du maïs et niveau de complémentation énergétique

Lorsque la teneur en matière sèche de la plante entière augmente de 20 à 35 p.100, l'ingestion d'ensilage de maïs s'accroît en même temps que le coefficient de substitution entre fourrage et aliment concentré qui passe de 0,4 à 1,0. Il en résulte que le niveau de production de lait permis par les fourrages s'accroît très rapidement et passe de 9 à 18 kg de lait 4 p.100.

La prise en compte des effets associatifs tant au niveau de l'ingestion que de l'efficacité digestive permet en outre de proposer des rythmes de distribution d'aliment concentré par kg de lait qui vont en décroissant (tabl. 4). Le récapitulatif des essais réalisés (tabl. 5) au cours des 3 premiers mois de la lactation montre la possibilité de réduire à moins de 20 p.100 la proportion d'aliment concentré dans la ration de vaches laitières d'un potentiel de 6000 kg de lait (avec un taux butyreux élevé et sans diminution appréciable du taux protéique) recevant de l'ensilage de maïs à stade avancé de maturité (VERITE *et al.*, 1979 ; JOURNET *et al.*, 1983). Les essais à long terme conduits sur 3 et 5 années respectivement à l'EDE du Finistère et à l'ENSAIA de Nancy (PFLIMLIN et MORHAIN, 1982) ont permis de montrer (avec des rations hivernales à base d'ensilage de maïs) que des niveaux annuels de 400 (Finistère) à 800 kg (Nancy) de concentré pour des vaches adultes réduisaient peu (ou pas) la production laitière, le poids vif, la reproduction et l'état de santé des vaches (ou le taux de réforme) (tabl. 6). En revanche, un trop faible niveau de complémentation des vaches primipares réduit leur fertilité et leur croissance en raison de leur faible capacité d'ingestion (TROCCON *et al.*, 1979), ce qui justifie d'abaisser le seuil de complémentation de 7 kg de lait des génisses vêlant à 2 ans.

2. Complémentation azotée : nature, niveau et économie de tourteaux

La pauvreté de l'ensilage de maïs en matières azotées nécessite de porter une attention particulière à la complémentation azotée pour non seulement maximiser la production de lait, mais aussi la part du maïs ensilage dans la ration (et sa valorisation) et pour économiser des tourteaux.

Un déficit important en azote soluble de la ration caractérisé dans le système PDI par un apport PDIN très inférieur à PDIE diminue l'efficacité de la digestion de la matière organique dans le rumen ainsi que la synthèse d'azote microbien, et simultanément l'ingestion d'ensilage de maïs et la production laitière (VERITE *et al.*, 1982). Ces effets dépressifs ont été particulièrement importants en début de lactation chez des vaches fortes productrices en déficit énergétique et azoté (JOURNET *et al.*, 1983) (tabl. 7).

TABLEAU 4

*Complémentation en aliment concentré de l'ensilage
de maïs offert à volonté*

Matière sèche de l'ensilage %	Matière sèche ingérée d'ensilage kg/j (2)	Quantité de lait 4 % (Kg) permise par l'apport UFL de l'ensilage	Kg de Concentré (3) par kg de lait 4 % (au dessus du lait permis
20	10.5	9	1/2.4
25	11.7	11	1/2.6
30	12.9	14	1.2.8
35	14.7	18	1/3.0

(1) Station de Recherches sur la Vache laitière (INRA). (2) Vache de 600 kg de poids vif. (3) $\geq 0,90$ UFL/kg

TABLEAU 5

*Niveau de complémentation énergétique de l'ensilage
de maïs à stade avancé de maturité (33 à 42 p.100 MS) (1)*

	Niveau de complémentation	
	Haut	Bas
Concentré : MS % PV	0.98	0.59
Ensilage de maïs : MS % PV	2.11	2.44
Concentré % ration totale (MS)	32 %	19 %
- Lait : kg	26.2	26.1
- Taux butyreux (g p.1000)	37.9	39.1
- Taux protéique (g p.1000)	32.1	31.7
- Gain de poids vif : kg	+ 8	+ 3

(1) Résultat moyen de 4 essais réalisés sur 96 vaches au cours des 3 premiers mois de la lactation. Station de Recherches sur la Vache Laitière.

TABLEAU 6

*Essais à long terme sur le niveau de complémentation en aliment
concentré de troupeaux laitiers recevant une ration hivernale à base d'ensilage de maïs*

	TREVAREZ - EDE FINISTERE (1)				BOUZULE - ENSAIA NANCY (2)	
	Primipares		Multipares		Primipares (25 %)- Multipares (75 %)	
	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas
Concentré : kg (3)	921	420	713	392	1205	835
Lait (kg) (3)	4825	4470	5292	5188	5005	4847
Lait 4 % (kg) (3)	4820	4489	5156	5095	5009	4873
Gain de poids vif (kg) (3)	69.2	59.2	18.3	21.6		
Vaches réformées (%)		21		19	28	33
Vaches infécondes (%)	0	0	11.3	5.7	10	16

(1) CHENAIS et KEROUATON (étude sur 3 années, 72 couples de multipares et 26 couples de primipares).

(2) PFLIMLIN et MORHAIN (étude sur 5 années, 2 troupeaux de 45 vaches) - (3) Par vache par an.

TABLEAU 7

Niveau de complémentation en N soluble et en N protéique
des rations d'ensilage de maïs en début de lactation
(JOURNET *et al.*, 1983) (1)

	Niveau d'apport d'urée		Niveau d'apport protéique	
	Haut	Bas	Haut	Bas
Urée : g/j	210	0	210	220
Tourteaux formolés : kg MS/j	1.2	1.2	1.7	0.4
Concentré (11,4 % MAT) : kg MS/j	2.8	2.8	3.8	5.1
Ensilage Maïs : kg MS/j	13.8	11.7	12.7	10.7
Concentré % ration (MS)	23	25	31	35
Lait 4 % : kg	30.8	26.1	27.8	25.6
Gain poids vif vide : kg	- 49	- 42	- 40	- 53

Essais réalisés au cours des deux premiers mois de la lactation avec des ensilages de maïs à 32,5 p.100 de MS distribués à volonté et un complément protéique constitué d'un mélange de tourteaux (soja/colza : 1/1) formolés.

Le niveau optimum de complémentation protéique se situe aux environs de 50 g de PDI par kg de lait 4 p.100 au-dessus des besoins d'entretien, ce qui peut être facilement assuré par un apport à toutes les vaches de 150 g d'urée, 1,5 à 2,0 kg de tourteau et d'un concentré à 150 g de PDI/UFL distribué au rythme de 1 kg/3 kg de lait au-dessus de 22 kg de lait pour un ensilage à 35 p.100 de MS offert à volonté. Mais un tel schéma conduit à un déficit protéique durant les 4 à 8 premières semaines de la lactation (selon le niveau de production). Lorsqu'il est comblé, la production de lait ainsi que le niveau d'ingestion s'accroissent ; et simultanément le déficit énergétique et la mobilisation des réserves corporelles se trouvent réduits (JOURNET *et al.*, 1983 ; tabl. 7).

A cette période de la lactation où les protéines alimentaires peuvent représenter plus de 50 p.100 des apports PDI, l'utilisation de protéines protégées bien équilibrées en acides aminés essentiels (mélange de tourteau de soja et de colza formolés) ont aussi permis d'accroître l'ingestion d'ensilage de maïs, sa proportion dans la ration et la production de lait (JOURNET *et al.*, 1983).

Les rations à base d'ensilage de maïs conduisent à un emploi important de tourteaux (2,5 kg de tourteau de soja 48 pour 25 kg

de lait). Une première réduction de 30 p.100 peut être obtenue par l'emploi d'azote non protéique. Mais c'est surtout en utilisant simultanément des protéines protégées et de l'azote non protéique (200 à 250 g d'urée par vache et par jour) que les quantités de tourteaux peuvent être réduites de façon très importante (2,5 à 3 fois) (tabl. 8). Le coût de la complémentation diminue d'autant plus que le prix des sources énergétiques (céréales, pulpes...) est faible et que celui des sources protéiques (tourteaux) est élevé (LIENARD *et al.*, 1978).

3. Nature des compléments énergétiques

Une proportion élevée de grains (céréales + grains de maïs) qui peut atteindre 60 - 65 p.100 réduit l'activité cellulolytique et la digestibilité de la matière organique qui dépasse rarement 70 p.100 chez les vaches laitières alimentées à volonté. L'amélioration du niveau d'ingestion et de l'utilisation digestive a pu être obtenue par le remplacement des concentrés riches en amidon (orge et maïs) par des aliments riches en constituants pariétaux (pulpes, issues de meunerie) (VERITE et DULPHY, 1981), ce qui a eu pour conséquence à même niveau de complémentation énergétique (UFL) d'accroître la production laitière et le taux butyreux sans changer le gain de poids vif (tabl. 9). Les pulpes de betteraves et le son de blé ont eu un effet favorable sur

TABLEAU 8

Economie de tourteaux par l'emploi simultané de tourteau tanné
et d'azote non protéique en complément d'un ensilage de maïs
à 30 p.100 de matière sèche (1)

		Tourteau normal Soja	Tourteau normal Soja + Urée	Tourteau formolé Soja + Urée
Kg de MS par vache par jour	Tourteau	2.35	1.70	0.85
	Urée		0.10	0.20
	Orge	2.00	2.70	3.60
	Tourteau % concentré	54 %	38 %	19 %

(1) pour une vache produisant 25 kg de lait par jour (équivalence réalisée dans le système PDI).

l'utilisation digestive, et le son de blé sur l'ingestion. Les drèches de brasseries (2 à 3 kg MS/vache/jour) ont aussi un effet très favorable sur l'efficacité énergétique des rations qui s'est accrue de 10 p.100, mais elles ont un pouvoir rassasiant élevé et réduisent l'ingestion d'ensilage de maïs (PARRASSIN *et al.*, 1982). L'enrichissement en lipides des compléments cellulosiques n'améliore pas le niveau des apports énergétiques et diminue le taux butyreux qui est normalement élevé avec les rations d'ensilage de maïs (VERITE, 1983).

IV. Rations à base d'ensilage d'herbe

1. Stade optimum de récolte

Le choix du stade optimum de récolte résulte d'un compromis entre l'augmentation des quantités d'éléments nutritifs récoltés à l'ha et la diminution de la digestibilité et des quantités volontairement ingérées par les animaux. En effet, la quantité de lait permise par l'ensilage diminue rapidement avec l'avancement du stade de récolte (tabl. 10). Elle a été déterminée (comme pour l'ensilage de maïs) en comparant plusieurs niveaux de complémentation énergétique pour chacun des stades de récolte. Le début de l'épiaison apparaît être le stade optimum de récolte des graminées pour minimiser la complémentation en aliment concentré sans trop réduire la production à l'ha.

2. Techniques d'ensilage

Pour l'ensilage d'herbe, le choix des techniques : finesse de hachage, coupe directe ou préfanage, emploi d'un conservateur, est beaucoup plus ouvert que pour l'ensilage de maïs qui doit être haché finement et qui ne nécessite pas de conservateur. Ce choix en vue de réduire le coût des rations devra prendre en compte 1) les effets sur les pertes dans le silo, la valeur nutritive du fourrage, l'ingestion et la substitution entre fourrage et concentré qui influent sur la quantité de lait permise et le niveau de complémentation et 2) le coût des techniques (prix du conservateur, coût de la récolte...) ; il devra également permettre une bonne exploitation du pâturage (combinaison fauche pâture). Les principaux résultats technico-économiques de la comparaison de 6 techniques d'ensilage d'herbe (LIENARD et DULPHY, 1981) sont rapportées dans le tableau 11.

Plusieurs tendances se dégagent :

- *Effet du préfanage* - Un léger préfanage (dit ressuyage) pour amener la teneur en matière sèche à 23 p.100 permet d'accroître les quantités ingérées et de réduire les pertes, ce qui lui confère un avantage économique. En revanche, les préfanages plus poussés à 35 p.100 et surtout un mi-fanage à 45 p.100 tout en permettant un niveau d'ingestion élevé, accroissent les pertes et diminuent la valeur énergétique de l'ensilage, d'où un coût plus élevé.

- *Effet des conservateurs* - L'intérêt des conservateurs est différent selon le taux de matière sèche. Ils améliorent dans tous les cas les performances de production (+ 2 kg de lait permis par l'ensilage) mais ils accroissent le coût de la ration pour les ensilages directs (15 p.100 MS) et le réduisent pour les ensilages ressuyés (23 p.100 MS).

- *Effet de la finesse de coupe* - En améliorant nettement les performances de production (+ 4 à 5 kg de lait permis), la coupe en brins courts (machines à tambour hacheur) contribue à réduire le coût des rations.

D'après cette étude, la technique du ressuyage (23 p.100 de MS) avec coupe fine et emploi d'un conservateur apparaît la plus intéressante économiquement. Cependant, ces conclusions ne s'appliquent que lorsque l'ensilage est distribué à volonté en vue de maximiser son importance dans la ration. L'ensilage direct (15 p.100 MS) pris comme référence est réalisé dans de bonnes conditions, ce qui n'est pas toujours le cas dans la pratique et les taux de pertes pris pour les ensilages préfanés et mifanés peuvent en fait varier avec une amplitude assez grande ; or leur conséquence sur les coûts apparaît déterminante (LIENARD et DULPHY, 1981).

3. Complémentation azotée

Les ensilages d'herbe sont plus riches en azote que les ensilages de maïs, mais la protéolyse des matières azotées dans le silo et la réduction de la synthèse microbienne (par kg de matière organique digestible) (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1982 ; THOMAS et CHAMBERLAIN, 1982) expliquent les fortes réponses de la production de lait à des complémentations protéiques supérieures à 60 g de matières azotées digestibles (MAD) par kg de lait 4 p.100 (CASTLE *et al.*, 1969, 1974, 1976 ; GORDON *et al.*, 1979, 1980 ; DULPHY et DEMARQUILLY, 1979, 1980). En revanche, la fourniture d'azote fermentescible par les ensilages d'herbe satisfait très largement les besoins des microorganismes du rumen, et l'emploi d'azote non protéique ne se justifie que si la proportion d'aliment concentré dans la ration est élevée et si les protéines de l'ensilage sont protégées. Dans le système PDI, l'optimum d'apport PDI semble se situer vers 55 g de PDI par kg de lait 4 p.100 au lieu de 50 pour les ensilages de maïs (VERITE, DULPHY et JOURNET, 1982), ce qui signifie que la valeur PDI des ensilages d'herbe a encore été surestimée bien que nettement moins que dans le système MAD. Pratiquement, les niveaux de complémentation en tourteaux des ensilages d'herbe de bonne qualité (coupe fine avec conservateur) et des ensilages de maïs-urée sont équivalents, et ils sont plus élevés avec les ensilages d'herbe sans conservateurs et non préfanés.

4. Associations ensilage d'herbe et ensilage de maïs

Dans les zones de plaine où prédomine soit l'ensilage de maïs (Ouest de la France) soit l'ensilage d'herbe (Nord de l'Europe), l'intérêt d'associer les deux peut se poser.

L'ensilage de maïs comparativement à l'ensilage d'herbe présente l'avantage d'un niveau énergétique élevé des rations de base (et donc d'un faible niveau de complémentation) et surtout moins variable (PARRASSIN, HODEN et JOURNET, 1982), mais a l'inconvénient de favoriser l'engraissement des animaux aux dépens de la production de lait, surtout lorsqu'il est complétement par des aliments concentrés à base de céréales (VERITE et JOURNET, 1971).

L'association ensilage de ray-grass (coupe fine et conservateur) et ensilage de maïs dans la proportion 40/60 comparative-ment à l'ensilage de maïs seul a été expérimentée par l'Institut technique de l'Elevage bovin et les EDE de l'Ouest de la France pendant 3 années consécutives (tabl. 12). Ils montrent la meil-

TABLEAU 9

*Effet de la nature des compléments énergétiques (iso UFL)
en complément de l'ensilage de maïs (1)*

	Orge + Maïs	Son de blé et (ou) pulpe de betteraves
Concentré : MS % PV	0.67	0.79
Ensilage de Maïs MS % PV	2.48	2.48
Lait 4 % : kg	23.9	24.7
Taux butyreux : g p.1000	40.5	42.0
Taux protéique : g p.1000	30.0	30.3
Gain de poids vif : g/j	230	240

(1) Moyenne de 2 essais - VERITE et al, 1982 et VERITE, 1983.

TABLEAU 10

*Influence du stade de récolte sur la production de lait permise
par les ensilages d'herbe en coupe fine additionnés d'acide formique
(22 p.100 de matière sèche au desilage) (1)*

	Digestibilité de la matière organique (p.100)	Matière sèche ingérée % PV	Lait 4 % (kg) permis par l'apport énergétique (UFL) de l'ensilage
	65	1.87	8.0
	70	2.00	11.5
Début de l'épiaison du ray grass anglais →	72	2.06	13.5
	75	2.14	15.0

(1) D'après DEMARQUILLY et DULPHY - Laboratoire des Aliments (INRA - Theix)

TABLEAU 11

*Comparaison économique entre différentes méthodes d'ensilage (Ens)
d'un premier cycle de ray-grass anglais (15 p.100 de MS, 5t de MS/ha)
destiné à des vaches laitières (francs 1982) (1)*

	MS p.100	Acide formique	Perte de MS %	D. MO %	QI : kg MS/j Ens	Conc (2)	Lait permis (3) kg/j	Surface nécessaire indice	Coût par vache F (4)
Brins courts	15	sans	23	72	9.7	4.8	7.5	100	0
		avec	21	72	11.0	3.8	10.0	112	+ 57
	23	sans	20	72	10.9	3.4	10.0	110	- 57
		avec	15	72	12.6	2.5	13.3	123	- 76
	35	sans	22	70	12.4	3.6	11.5	130	+ 55
Brins longs	15	sans	23	72	8.2	6.2	4.0	92	+ 83
		avec	21	72	9.2	5.4	6.0	96	+ 122
	23	sans	20	72	9.2	5.3	6.0	96	- 3
		avec	15	72	10.2	4.4	8.0	98	- 24
	45	sans	24	67	13.6	3.1	12.7	141	+ 109

(1) D'après LIENARD et DULPHY, 1981. (2) Concentré par vache produisant 20 kg de lait. (3) Permis par l'ensilage d'herbe
(4) Coût/vache/an comparé à la coupe directe (brins courts, 15 p.100 MS) sans acide formique.

TABLEAU 12
Valeur laitière comparée des rations mixtes (ensilage d'herbe + ensilage de maïs)
et des rations simples, ensilage de maïs ou ensilage d'herbe

		Essais INRA (1)			Essais EDE (2)		
		Ensilage de maïs	Ensilage d'herbe + ensilage de maïs		Ensilage d'herbe	Ensilage de maïs	Ensilage d'herbe + ensilage de maïs
Matière sèche ingérée : kg/j	Maïs Herbe	12.1	7.8 3.7	11.5	10.8	14.3	7.5 5.6 13.1
Concentré (+ pulpes) kg MS/j		3.5	4.3		4.8	3.5	3.7
Lait : kg/j		17.8	17.6		17.3	20.7	21.2
Taux butyreux : g/p.1000		39.5	39.2		37.6	42.1	42.2
Taux protéique : g/p.1000		30.5	30.9		30.3		
Gain de poids vif : g/j		+ 17	- 110		- 217	251	86

(1) Essais réalisés au domaine expérimental de MIRECOURT sur des ensilages d'herbe de prairie permanente en coupe fine, additionnés de conservateur (sylade), préfanés (27 et 37 p.100 MS), de début à fin épiaison et sur des ensilages de maïs (23 et 30 p.100 MS) distribués séparément.

(2) Essais réalisés par l'Institut Technique de l'Elevage Bovin et les Etablissements Départementaux d'Elevage du Finistère et des Côtes du Nord, sur des ensilages de Ray grass anglais, Ray Grass italien seul ou avec trèfle violet (coupe fine avec conservateur) (19 à 26 p.100 MS) distribués à volonté (séparément ou mélangés à l'ensilage de maïs (32 à 37 p.100 MS) à la distribution).

leure valeur laitière de la ration mixte qui se caractérise, malgré une ingestion plus faible, par une production de lait un peu plus élevée et un gain de poids vif inférieur. Cette tendance n'a cependant pas été observée dans 2 essais en début de lactation avec les mêmes rations, et dans 2 autres essais en milieu de lactation réalisés à l'INRA (PARRASSIN, HODEN, JOURNET, 1979) où les résultats à la fois de production de lait et de gain de poids vif se situent entre ceux des rations d'ensilage d'herbe seul et d'ensilage de maïs seul (tabl. 12). Dans ces 2 derniers essais, les ensilages d'herbe occupaient une plus faible part dans la ration mixte, ils étaient plus secs et récoltés plus âgés, et l'ensilage de maïs avait une teneur en matière sèche plus faible que dans les essais précédents.

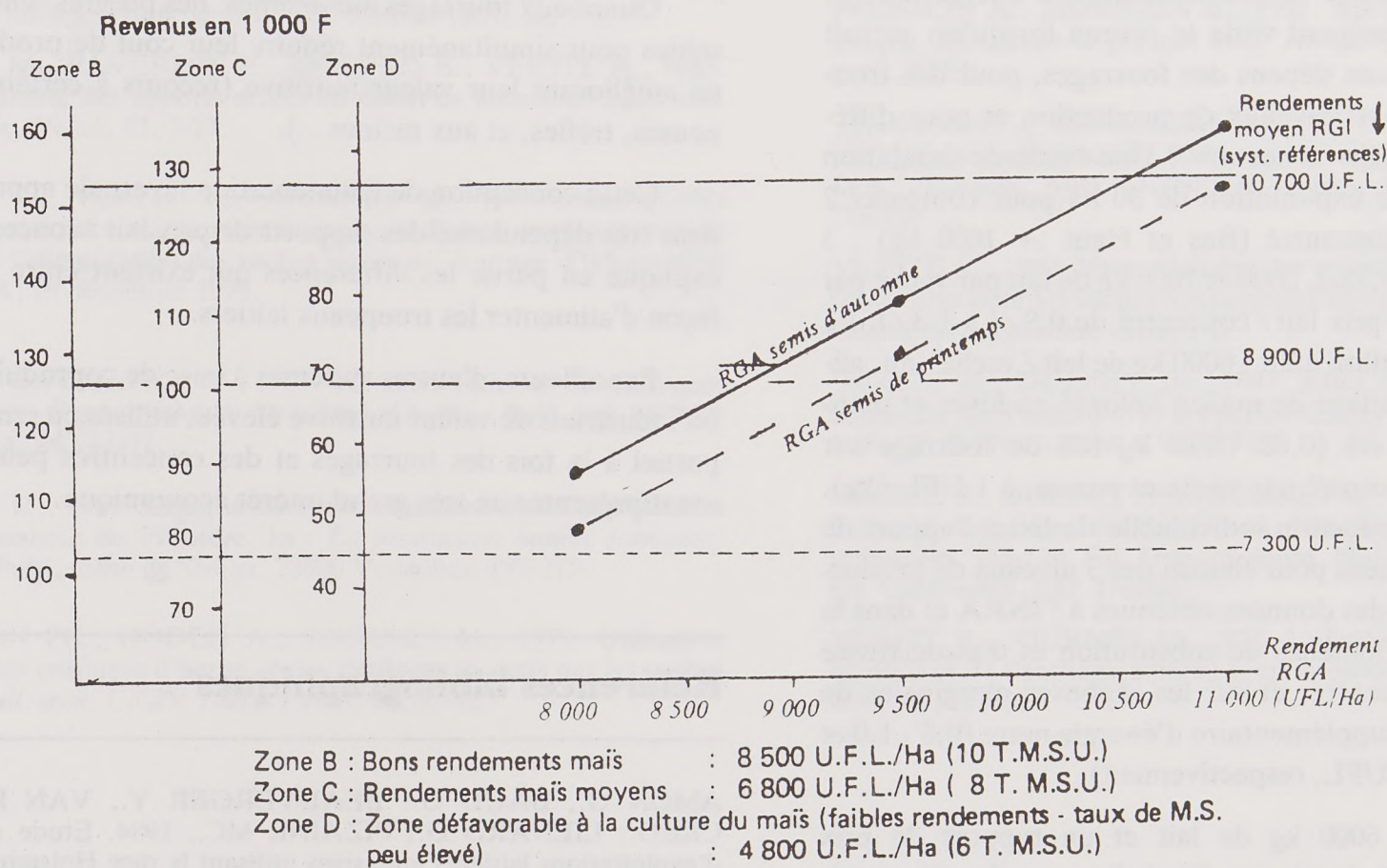
V. Les rendements en fourrage influencent fortement le revenu permis par le système fourrager

Une étude technico-économique réalisée par la Chambre d'Agriculture du Finistère (KEROUANTON, 1982) dans une zone d'exploitations homogènes (région de Morlaix) met en évidence l'effet déterminant du rendement en fourrages sur le revenu de l'exploitation type (24 ha de surface fourragère exploitée par un troupeau produisant 5000 kg de lait par vache). La marge brute s'accroît de 1000 F/ha par tonne de matière sèche utilisable. Les exploitations qui ont le meilleur résultat économique (rendement lait, concentré déduit supérieur de 26 p.100) se caractérisent par une production laitière par vache supérieure de

23 p.100 maïs par un rendement en maïs supérieur de 58 p.100, celui-ci représentant 47 p.100 de la surface fourragère au lieu de 36 p.100 dans les exploitations à revenu inférieur. Une étude de simulation réalisée en 1982 par les Etablissements départementaux d'Elevage de Bretagne, la Chambre régionale d'Agriculture et les centres de gestion et d'économie rurale a cherché à déterminer le système fourrager qui assure le meilleur revenu agricole en fonction des rendements des 3 principales plantes fourragères : maïs, ray-grass anglais et ray-grass italien (fig. 3). Des études semblables ont permis de montrer l'intérêt d'autres fourrages 1) de la betterave lorsque son rendement excède celui du maïs de 1,5 tonne de matière sèche par ha, 2) des associations graminées trèfle blanc qui en raison de leur coût de fertilisation azotée plus faible (50 kg N/ha) permettraient des marges aussi élevées que les graminées pures (400 kg N/ha) si le rendement fourrager n'était pas inférieur de plus de 15 p.100 ; ce qui semble réalisé dans certaines zones de sol et de climat favorables au trèfle blanc. Il serait également possible avec ce système plus économe d'entretenir sur la même surface fourragère moins de vaches et de produire moins de lait avec le même revenu agricole.

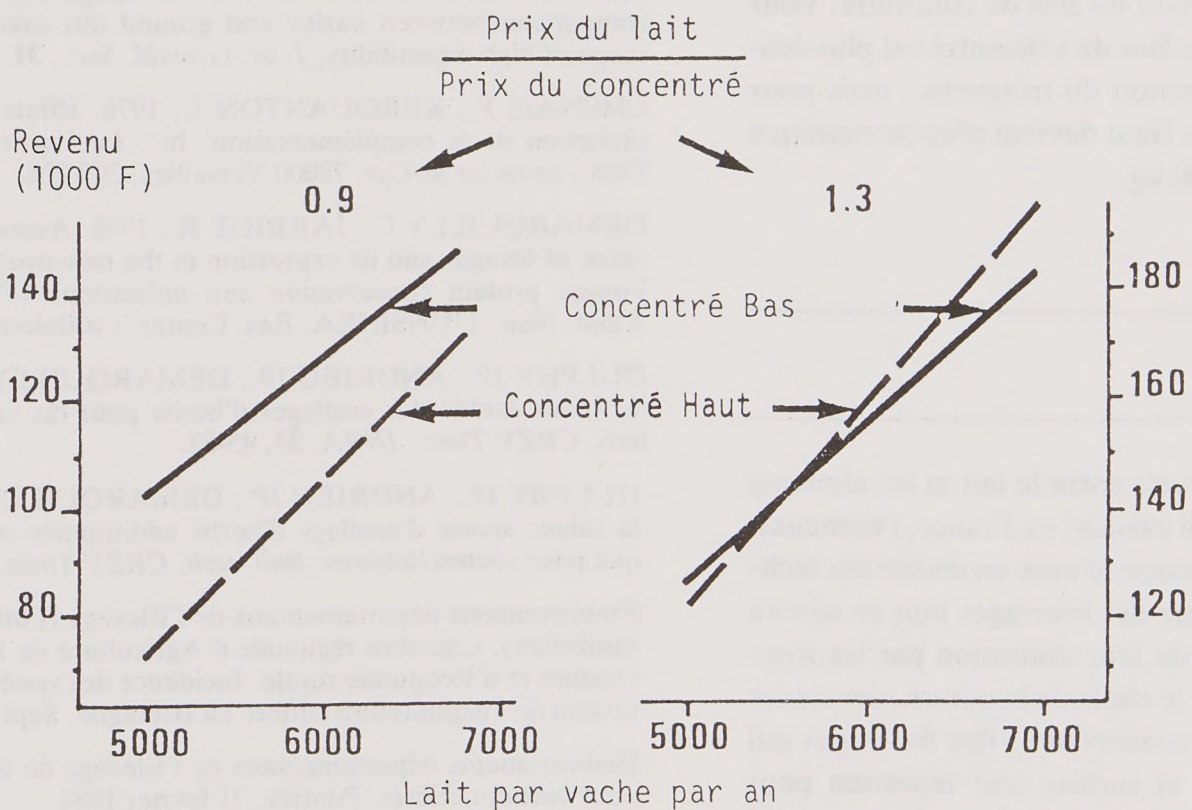
VI. Incidence des rapports de prix lait / concentré sur le revenu et l'importance relative des fourrages et des concentrés dans la ration

Avec des rapports de prix lait / concentré voisins de 1 / 1 qui sont pratiqués dans certains pays (France, Angleterre) nous



(1) Pour une exploitation laitière de 30 Ha et une production de 5000 l de lait/vache/jour

FIG. 3 : Influence des rendements en maïs, ray grass anglais (RGA) et ray grass italien (RGI) sur le système fourrager qui permet le meilleur revenu dans les exploitations laitières en Bretagne (1)



(1) Exploitation laitière de 30 Ha. Système fourrager : Maïs et Ray grass - Différence de 1000 kg entre les 2 niveaux de concentré - D'après une étude des EDE de Bretagne.

FIG. 4 : Revenu en fonction 1) du niveau d'apport de concentré 2) du potentiel laitier du troupeau 3) du rapport de prix lait / concentré (1)

avons vu que le revenu de l'exploitation laitière dépendait assez étroitement de la production des fourrages et de leur qualité, laquelle permet de réduire la complémentation énergétique et azotée et son coût. Comment varie le revenu lorsqu'on accroît l'apport de concentré aux dépens des fourrages, pour des troupeaux laitiers à différents niveaux de production et pour différents rapports de prix lait / concentré ? Une étude de simulation a été effectuée sur une exploitation de 30 ha pour comparer 2 niveaux d'apport de concentré (Bas et Haut : + 1000 kg) ; 3 niveaux de production (5000, 6000 et 7000 kg de lait par vache par an) et des rapports de prix lait / concentré de 0,9/1 à 1,3/1. Le système de référence utilisé était : 6000 kg de lait / vache / an, alimentation à base d'ensilage de maïs à volonté en hiver et pâturage de ray-grass en été (0,88 UFL/kg MS de fourrage sur l'année, 870 kg de concentré par vache et par an, à 1 UFL/kg). Les réponses de la production individuelle de lait à l'apport de concentré ont été estimées pour chacun des 3 niveaux de production en tenant compte des données obtenues à l'INRA et dans la littérature sur les phénomènes de substitution et d'associativité entre fourrage et concentré, et sur les réponses marginales de production à l'apport supplémentaire d'énergie nette (0,8 - 1,0 et 1,2 kg de lait 4 p.100 / UFL, respectivement).

Avec le modèle 6000 kg de lait et un rapport de prix lait / concentré de 1/1, le niveau élevé d'apport de concentré, malgré une augmentation de l'effectif des vaches : 51 au lieu de 46 sur 30 ha et du chargement (2,22 au lieu de 2,00 par ha de fourrage) est moins intéressant économiquement (diminution du revenu agricole de 10 p.100 environ). La différence de revenu (sur 30 ha) entre le niveau Bas et Haut de concentré diminue avec l'augmentation du potentiel laitier du troupeau : 22000 F, 14000 F et 6000 F pour 5000, 6000 et 7000 kg de lait. La figure 4 illustre l'influence déterminante du rapport de prix lait / concentré sur le choix entre un niveau Haut ou Bas de concentré. Pour un rapport de prix 0,9/1 le niveau Bas de concentré est plus économique quelle que soit la production du troupeau ; mais pour un rapport de prix 1,3/1 le niveau Haut devient plus économique lorsque la production dépasse 5500 kg.

Conclusion

Avec les rapports de prix actuels entre le lait et les aliments concentrés, tout au moins ceux qui existent en France, l'alimentation hivernale à moindre coût nécessite la mise en œuvre des techniques qui maximisent l'importance des fourrages tant au niveau de la production fourragère que de leur utilisation par les troupeaux laitiers. C'est ce qui justifie le choix de la nature, des stades de récolte et des techniques de conservation des fourrages qui accroissent leur valeur nutritive et surtout leur ingestion pour qu'ils puissent se substituer aux aliments concentrés. Il est par ailleurs intéressant de constater que cela conduit à accroître le revenu tout en réduisant le nombre de vaches et la production de lait par vache et donc la production laitière par exploitation, ce qui va dans le sens recherché avec la politique des quotas laitiers.

L'amélioration des méthodes de complémentation azotée (niveau et qualité) et énergétique (schémas de rationnement et nature des sources) peut aussi contribuer à réduire les coûts ali-

mentaires en augmentant l'importance et la valorisation des fourrages.

Quant aux fourrages eux-mêmes, des progrès semblent réalisables pour simultanément réduire leur coût de production tout en améliorant leur valeur nutritive (recours à certaines légumineuses, trèfles, et aux racines...).

Cette conception de l'alimentation hivernale apparaît cependant très dépendante des rapports de prix lait / concentré, ce qui explique en partie les différences qui existent entre pays sur la façon d'alimenter les troupeaux laitiers.

Par ailleurs, d'autres systèmes à base de coproduits agricoles ou industriels de valeur nutritive élevée, utilisés en remplacement partiel à la fois des fourrages et des concentrés peuvent également présenter un très grand intérêt économique.

Références bibliographiques

- AMON G., BAUD G., BEAUVERGER Y., VAN DEN BULCKED., LIENARD G., PIZAIN MC., 1984. Etude économique d'exploitations laitières intensives utilisant la race Holstein. Somme et Pas-de-Calais. Campagne 1982-83. Résultats des 3 années. Etude concertée CEMAGREF division TEEBOP (Riom), CDER Somme (Amiens), Laboratoire d'Economie de l'Elevage, INRA (Theix), Publ., CEMAGREF, 27 p.
- CASTLE ME., WATSON JN., 1969. The effect of protein in silage on the intake and production of dairy cows. *J. br. Grassld. Soc.*, **24**, 187-129.
- CASTLE ME., WATSON JN., 1974. Red clover silage for milk production. *J. br. Grassld. Soc.*, **29**, 101-108.
- CASTLE ME., WATSON JN., 1976. Silage and milk production : a comparison between barley and ground nut cake as supplements to silage of high digestibility. *J. br. Grassld. Soc.*, **31**, 191-195.
- CHENAIS F., KEROUANTON J., 1978. Effets à long terme d'une réduction de la complémentation. In : *La Vache laitière*, Ed. INRA Publ., route de St-Cyr, 78000 Versailles, 297-308.
- DEMARQUILLY C., JARRIGE R., 1982. Assessment of the protein value of forages and its expression in the new protein feeding systems. Forage protein conservation and utilisation, 147-172. Ed. Dep. of Anim. Nutr. DUNSINEA. Res. Center. Castleknock Co-Dublin.
- DULPHY JP., ANDRIEU JP., DEMARQUILLY C., 1979. Etude de la valeur azotée des ensilages d'herbe pour les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **35**, 45-52.
- DULPHY JP., ANDRIEU JP., DEMARQUILLY C., 1980. Etude de la valeur azotée d'ensilage d'herbe additionnée ou non d'acide formique pour vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **40**, 27-33.
- Etablissements départementaux de l'Elevage (Finistère, Ille et Vilaine, Morbihan), Chambre régionale d'Agriculture de Bretagne, Centres de Gestion et d'Economie rurale. Incidence des systèmes fourragers sur le revenu de l'exploitation laitière en Bretagne. Sept. 1982.
- Etablissements départementaux de l'Elevage de Bretagne. Concentrés pour vaches laitières. Pontivy, 21 février 1984.
- GORDON FJ., 1979. The effect of protein content of the supplement of dairy cows with access *ad libitum* to high digestibility wilted grass silage. *Anim. Prod.*, **30**, 29-38.
- GORDON FJ., 1980. The effect of silage type on the performance of lactating cows and the response to high levels of protein in the supplement. *Anim. Prod.*, **30**, 29-38.
- Institut technique de l'Elevage bovin, EDE et Chambre d'Agriculture du Finistère, EDE de Loire atlantique, 1980. Association ensilage d'herbe et ensilage de maïs pour la production laitière n° 80, 116.

KEROUANTON J., 1982. Quelle place accorder à l'ensilage de maïs dans les systèmes fourragers ? *Pointe Elev.*, **134**, 2-5.

JARRIGE R., DEMARQUILLY C., DULPHY JP., 1983. La conservation des fourrages. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **50**, 5-32.

JOURNET M., FAVERDIN P., REMOND B., VERITE R., 1983. Niveau et qualité des apports azotés en début de lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **51**, 7-17.

LIENARD G., VERITE R., JOURNET M., 1978. Dans quelles conditions est-il économiquement intéressant d'employer les tourteaux tannés dans l'alimentation des vaches laitières ? Journée d'information ITEB-INRA, 19 décembre 1978.

LIENARD G., DULPHY JP., 1981. Eléments technico économiques pour le choix d'une méthode d'ensilage d'herbe. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **44**, 41-51.

MATHIOT D., 1981. Logique de fonctionnement d'une exploitation laitière spécialisée du Finistère. In : *La production laitière française*, Ed. INRA Publ. route de St-Cyr, 78000 Versailles, 197-215.

PARRASSIN PR., HODEN A., JOURNET M., 1979. Utilisation comparée des ensilages d'herbe et des ensilages de maïs par les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **38**, 35-42.

PARRASSIN PR., VERITE R., HODEN A., 1982. Utilisation des drèches de brasserie par les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **47**, 27-32.

PFLIMLIN A., MORHAIN B., 1982. Après 5 ans d'ensilage en plat unique, les vaches se portent bien. Annuel pour l'Eleveur de Bovins, p. 81. ITEB.

THOMAS PC., CHAMBERLAIN DG., 1982. Utilisation of silage nitrogen. Forage protein conservation and utilisation. 121-145. Ed. Dep. of Anim. Nutr. DUNSINEA. Res. Center Castleknock. CO. Dublin.

VERITE R., 1983. Valeur laitière des rations. CAAA. Quels aliments concentrés pour les vaches fortes productrices de lait ? 13 octobre 1983. Chaire de Zootechnie - INA PG.

VERITE R., DULPHY JP., 1981. Effet de la nature de l'aliment concentré sur l'ingestion et les performances des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **45**, 15-21.

VERITE R., DULPHY JP., JOURNET M., 1982. Protein supplementation of silage diets for dairy cows. Forage protein, conservation and utilisation, 175-120. Ed. Dep. of Anim. Nutr. DUNSINEA Res. Center. Castlenock. CO. Dublin.

VERITE R., JOURNET M., 1971. Utilisation comparée de l'ensilage de maïs et de l'ensilage d'herbe pour la production laitière. *Ann. Zoo-tech.*, **20**, 153-167.

Composition du lait et sélection laitière chez les bovins ⁽¹⁾

B. BONAÏTI

INRA-CNRZ, Station de Génétique quantitative et appliquée
78350 Jouy-en-Josas

La composition du lait dépend pour une part non négligeable du génotype de la vache productrice du lait. Les données techniques de l'amélioration génétique de la production laitière et de la composition du lait sont connues depuis longtemps. Mais ce problème soulève encore des controverses ; peut-être parce que la substitution partielle des races françaises traditionnelles par la souche Holstein a entraîné une réduction des taux protéiques. Mais les difficultés tiennent pour une large part à la divergence d'intérêt entre les éleveurs et leurs unités de sélection qui sont les maîtres d'œuvre des programmes de sélection et les transformateurs qui subissent les répercussions économiques de l'évolution de la composition du lait. Il est donc nécessaire de poser de façon très claire le problème. Après avoir décrit les contraintes biologiques, c'est-à-dire les paramètres génétiques de la production de lait, et le problème théorique de la sélection sur plusieurs caractères, ce document présentera les orientations qui peuvent être déduites pour les programmes de sélection laitière.

I. Paramètres génétiques

L'amélioration génétique peut apporter des progrès de productivité importants à condition d'être patient et de réaliser un effort de sélection continu. Cependant tout n'est pas possible. Certaines contraintes biologiques limitent les possibilités réelles de la sélection. Elles s'expriment à travers des paramètres génétiques qu'il faut connaître avant de définir les orientations d'un programme de sélection.

Des valeurs moyennes de ces paramètres peuvent être obtenues à partir d'une synthèse bibliographique présentée par MAIJALA et HANNA (1974) et de quelques résultats plus

récents (HARDIE *et al.*, 1978 ; HARGROVE *et al.*, 1981 ; SCHNEEBERGER, 1984) (tabl. 1 et 2).

1. Variabilité et héritabilité

Les variables de quantité sont différentes de celles relatives à la composition du lait. Les premières ont un coefficient de variation phénotypique proche de 20 p.100 et une héritabilité de 0,25. A l'inverse, les taux ont une variabilité plus faible en valeur relative mais sont plus héréditaires. De façon pratique, si la valeur génétique d'une vache peut être mesurée avec plus de précision pour les taux que pour les quantités, au contraire les progrès génétiques espérés sont en valeur relative équivalents en sélection individuelle et beaucoup plus importants pour les quantités en sélection sur descendance. En effet la supériorité génétique des animaux sélectionnés dépend de la précision du choix mais aussi de la variabilité génétique.

Les caractères liés aux matières grasses (quantités et taux) sont plus variables que ceux liés aux matières protéiques : respectivement 20 et 16 pour les quantités MG et MP et 2 et 1,6 pour les taux TB et TP. Ceci permet des progrès plus importants pour les matières grasses que pour les protéiques.

2. Corrélations génétiques entre caractères

L'examen des corrélations génétiques entre caractères conduit à quatre remarques importantes :

a) les corrélations génétiques indiquent de fortes associations entre les quantités de lait ou de matières protéiques ou grasses. Toute sélection sur l'une des quantités induit un progrès indirect sur les autres quantités. Entre les quantités de matières grasses et protéiques, MAIJALA et HANNA (1974) obtiennent une estimation moyenne proche de 0,85. La valeur la plus faible parmi l'ensemble des résultats publiés est obtenue par HARGROVE *et al.* (1981) : 0,69. Cette corrélation génétique (MP $\times$ MG), dont dépendent étroitement les possibilités d'améliorer de façon préférentielle ou exclusive l'un des caractères, est très probablement proche de 0,85 et pas inférieure à 0,70 ;

(1) Texte présenté aux journées sur la composition chimique du lait et ses incidences technologiques - Colloque INRA-ENSAR-INAPG-Rennes 26-28 septembre 1984.

TABLEAU 1
*Héritabilité de la production laitière et
des constituants du lait selon différentes études*

Auteurs		MAIJALA et HANNA (1974) *	HARDI et al (1978)	HARGROVE et al. (1981)	SCHEEBERGER (1984)
Caractères					
Quantité	Lait	0,25 + 0,01 (45)	0,27	0,23 + 0,07	0,28
de	Mat. Protéique	0,29 + 0,04 (6)	-	0,22 + 0,07	-
	Mat. grasse	0,24 + 0,22 (20)	0,38	0,26 + 0,08	-

Taux	protéique	0,45 + 0,04 (7)	-	0,71 + 0,09	0,72
	butyreux	0,47 + 0,03 (24)	0,64	0,64 + 0,09	0,61

* synthèse bibliographique :moyenne + écart type de la moyenne (nombre d'estimation)

TABLEAU 2
*Corrélation génétique entre les différents constituants
du lait selon différentes études*

		MAIJALA et HANNA (1974)*	HARDIE al. (1978)	HARGROVE et al. (1981)	SCHNEEBERGER (1984)

Lait x MP		0,87 + 0,04 (6)	-	0,83 + 0,07	-
x MG		0,82 + 0,04 (16)	0,70	0,40 + 0,18	-
x TP		-0,18 + 0,09 (8)	-	-0,48 + 0,11	-0,26
x TB		-0,27 + 0,05 (21)	-0,11	-0,56 + 0,10	-0,15
MP x MG		0,86 + 0,03 (6)	-	0,69 + 0,11	-
x TP		0,22 + 0,07 (7)	-	0,09 + 0,15	-
x TB		0,04 + 0,04 (6)	-	-0,13 + 0,14	-
MG x TP		0,10 + 0,07 (6)	-	0,34 + 0,13	-
x TB		0,25 + 0,04 (17)	-	0,53 + 0,10	-
TP x TB		0,55 + 0,06 (8)	-	0,77 + 0,04	0,38

* synthèse bibliographique : moyenne + écart type de la moyenne (nombre d'estimations)

b) la corrélation génétique entre les taux protéique et butyreux est plus faible que pour les quantités. MAIJALA et HANNA (1974) donnent une moyenne pondérée de 0,55. Les valeurs plus récentes sont légèrement supérieures, 0,77 selon HARGROVE *et al.* (1981) ou inférieures, 0,38 selon SCHNEEBERGER (1984). Une évolution des valeurs relatives des taux serait donc plus facile que pour les quantités puisque la corrélation génétique est plus faible entre les taux qu'entre les matières. Bien qu'il y ait une égalité arithmétique entre les rapports des taux et les rapports des quantités, ceci ne constitue pas une incohérence. La première corrélation joue lorsqu'on cherche à modifier les rapports des taux à travers une sélection sur les taux, c'est-à-dire sans modifier de façon importante les quantités. La seconde corrélation joue lorsqu'on cherche à modifier le rapport des matières à travers une sélection sur les matières, donc en faisant évoluer les quantités de matières ;

c) les corrélations génétiques entre les quantités de matières (MG ou MP) d'une part et les taux (TB ou TP) d'autre part sont nulles ou légèrement positives - MAIJALA et HANNA (1974) donnent des valeurs comprises entre 0 et 0,25 selon les combinaisons de variables. La combinaison matière protéique × taux butyreux présente la corrélation génétique la plus faible et certains auteurs obtiennent des corrélations négatives (-0,13 selon HARGROVE *et al.*, 1981) ;

d) la quantité de lait produite est liée négativement aux taux. Les corrélations génétiques se situent entre - 0,20 et - 0,30. Bien qu'une liaison très forte lie les quantités de lait d'une part et de matières d'autre part (MG ou MP), le lait se comporte donc très différemment de ces deux variables de quantités de matières. *La sélection sur le lait réduit inévitablement la richesse du lait alors que la sélection sur les quantités de matières améliore les taux ou, au pire, les maintient à un niveau constant.*

II. Sélection sur deux caractères

Comme le montre l'examen des corrélations génétiques entre les différents constituants du lait, la production laitière n'est pas un caractère simple. La définition de l'objectif de sélection doit spécifier l'importance accordée aux différents constituants du lait et aux taux. Ceci peut se faire en tenant compte :

- des progrès génétiques réalisables simultanément sur deux caractères (l'ellipse des progrès génétiques en donne une représentation graphique) ;
- de la valorisation économique des deux caractères.

Les aspects théoriques relatifs à ces deux notions doivent être brièvement présentés pour faciliter la compréhension des problèmes liés aux objectifs de sélection.

1. Progrès génétiques réalisables simultanément sur deux caractères

Deux remarques préliminaires permettent de simplifier l'analyse du problème :

a) les caractères autres que laitiers, tels que ceux liés au développement, à la morphologie ou à la fertilité ne sont pas ou sont peu liés à la production laitière. Leur prise en compte n'implique qu'une réduction des pressions de sélection effectivement exercées sur les caractères laitiers ;

b) les performances laitières étant connues simultanément sur toutes les femelles, il n'est pas nécessaire de rechercher une optimisation globale des contrôles de performances et des pressions de sélection exercées sur les différents caractères.

L'organisation du schéma de sélection n'est donc pas liée aux poids relatifs accordés à chacun des caractères de quantités ou de composition du lait. Grâce à cela, il est possible de raisonner en supposant définie *a priori* l'organisation du schéma de sélection, c'est-à-dire :

- la méthode d'évaluation des valeurs génétiques,
- les pressions de sélection (P),
- l'âge moyen des reproducteurs (T) à la naissance de leurs descendants. Ces paramètres doivent être précisés pour chacune des quatre voies de transmission des gènes d'une génération de reproducteurs des deux sexes à la suivante :

Voie		Pression de sélection (p.100)	Age moyen des reproducteurs (ans)	Méthode d'évaluation indexation sur :
Père	fil	4	10	100 descendants
Père	fil	40	9	40 descendants
Mère	fil	1	6,5	3 lactations
Mère	fil	70	5,5	1 lactation

Pour chaque voie de transmission des gènes, les méthodes théoriques relatives à la sélection sur plusieurs caractères (ROUVIER, 1969a et b) permettent de calculer la supériorité génétique des reproducteurs pour chaque caractère. Le progrès génétique annuel résulte de la combinaison de ces supériorités génétiques selon la formule de RENDEL et ROBERTSON (1950).

En jouant sur les poids accordés à chaque caractère, il est possible de faire varier les progrès génétiques respectifs. Ainsi, pour les deux caractères matières protéiques et matières grasses, la figure 1 donne une représentation graphique des progrès génétiques réalisables en 10 ans. Chaque point de l'ellipse des progrès génétiques correspond à un même effort de sélection et à un même schéma de sélection.

Un point situé à l'extérieur ne pourra être atteint que sur une période plus longue. Un point situé à l'intérieur pourra être atteint plus rapidement ou avec un schéma de sélection moins efficace.

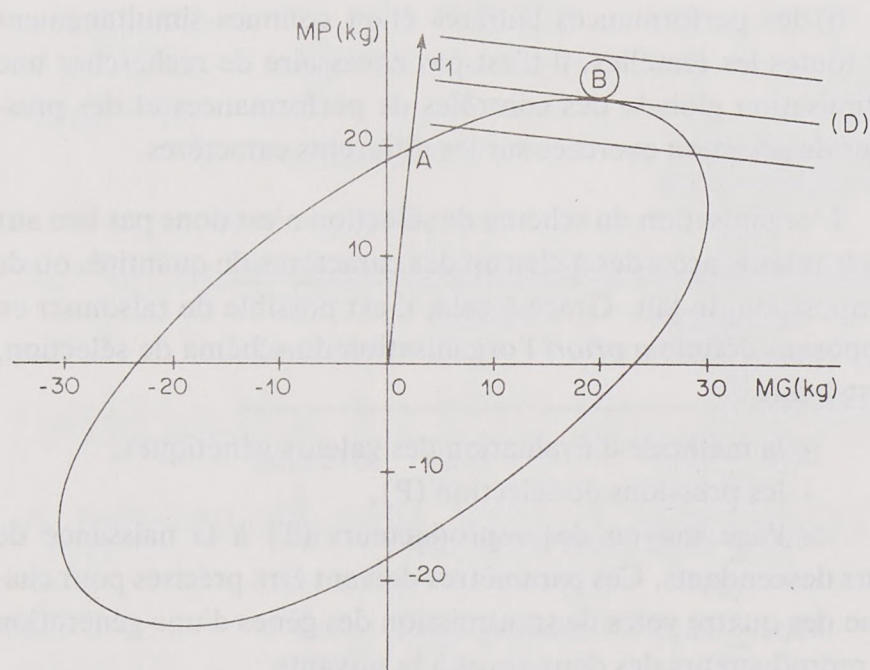
2. Valorisation économique de deux caractères

La connaissance des valorisations économiques possibles pour chaque caractère permet de choisir sur l'ellipse des progrès génétiques (fig. 1) une cible à atteindre au bout de 10 ans. Pour le faire deux approches sont possibles :

a) il peut être imposé de réaliser pour les matières protéiques et grasses des progrès proportionnels à deux paramètres a_1 et a_2 .

$$\frac{\Delta MP}{\Delta MG} = \frac{a_1}{a_2}$$

Si le rapport a_1 / a_2 est égal à 10, ceci implique de faire progresser la population selon la droite Od_1 de la figure 1 et d'attendre le point A, ce qui est possible en 10 ans de sélection ;



Hypothèses génétiques : $R_g = 0,7$ $R_p = 0,8$
 $\sigma_G = 16$ 20 pour MP et MG
 $h^2 = 0,25$ pour MP et MG

FIG. 1 : Progrès génétiques réalisables en 10 ans sur les matières protéiques (MP) et les matières grasses (MG)

b) une seconde proposition est beaucoup moins restrictive. Elle repose sur l'expression de l'élévation de revenu (ΔR) selon les progrès génétiques réalisés sur les deux caractères (ΔMP et ΔMG)

$$\Delta R = a_1 \Delta MP + a_2 \Delta MG$$

Cette expression correspond à des droites (D) parallèles sur lesquelles l'élévation de revenu est constante. Les droites (D) de la figure 1 représentent une situation pour laquelle le rapport a_1/a_2 est égal à 10 : il est équivalent pour augmenter le revenu de faire progresser la matière protéique de 1 unité ou la matière grasse de 10 unités.

Les droites (D) correspondent à une élévation du revenu d'autant plus importante qu'elles sont éloignées du centre du graphique. L'objectif de la sélection est d'atteindre la droite la plus éloignée : celle qui est tangente à l'ellipse des progrès génétiques en B. Selon cette seconde proposition, il faudrait atteindre le point B, ce qui est possible en 10 ans.

Ces deux approches sous-entendent, toutes deux, qu'un gain sur l'un des caractères (la matière protéique dans notre exemple) est plus appréciable qu'un gain équivalent sur le second caractère. Mais dans le cas de la figure 1 (c'est-à-dire corrélation génétique élevée entre les deux caractères) la seconde approche conduira pour permettre un gain de revenu maximum, à des gains sensiblement équivalents pour les deux caractères (point B). Il est donc important de ne pas confondre les deux approches. Si des raisons techniques n'imposent pas de contraintes *a priori* sur le rapport des deux progrès génétiques, il faut retenir la seconde approche qui est beaucoup moins restrictive. Elle laisse plus de possibilités pour la sélection et permet une évolution du revenu plus importante.

III. Conséquences pour le sélection laitière

Grâce au contrôle laitier, les schémas de sélection peuvent s'appuyer sur 5 critères :

- la quantité de lait,
- les quantités de matières protéique et grasse (MP et MG),
- les taux protéique et butyreux (TP et TB).

Le premier caractère, la quantité de lait, doit être écarté. Son importance économique est faible et décroîtra encore au profit des quantités de matières MP et MG. Il est redondant avec les autres caractères. Et surtout, il n'est pas possible, à quantités de matières (MP et MG) constantes, de vouloir améliorer simultanément les taux et la quantité de lait. Une sélection moderne doit porter exclusivement sur les 4 critères : matières protéiques et grasses, taux protéique et butyreux.

Le choix d'une stratégie de sélection pour les deux constituants du lait et leurs taux respectifs peut s'appuyer sur une présentation du problème en deux étapes :

- quelles pondérations donner respectivement aux quantités de matières protéiques et de matières grasses,
- quelle importance donner à la sélection sur les taux.

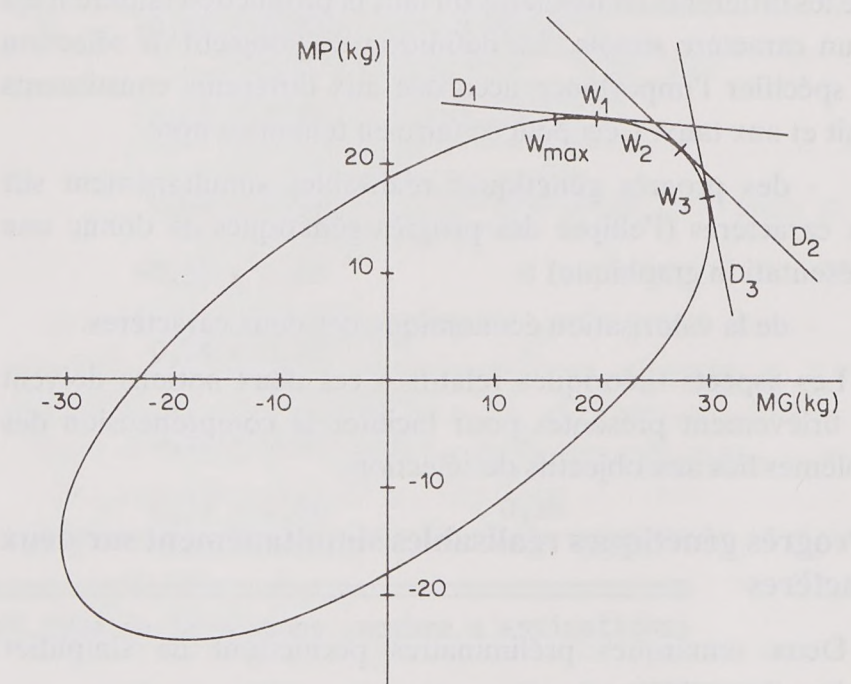
1. Quelle pondération accorder aux quantités de matières protéiques et de matières grasses

Il ne semble pas exister de contraintes technologiques pour imposer *a priori* un rapport des progrès génétiques sur les deux quantités. L'objectif est simplement de maximiser le progrès sur le revenu :

$$\Delta R = a_1 \Delta MP + a_2 \Delta MG$$

La corrélation génétique entre caractères étant élevée (supérieure à 0,7 et probablement proche de 0,8), il n'est pas nécessaire de connaître avec une grande précision les deux paramètres a_1 et a_2 . La figure 2 présente, outre l'ellipse de progrès génétique déjà présentée sur la figure 1, les droites D_1 , D_2 et D_3 relatives à des rapports de paramètres a_1/a_2 très différents :

- droite D_1 pour $a_1/a_2 = 10$
- droite D_2 pour $a_1/a_2 = 1$
- droite D_3 pour $a_1/a_2 = 0,1$



Hypothèses génétiques : $R_g = 0,7$ $R_p = 0,8$
 $\sigma_G = 16$ 20 pour MP et MG
 $h^2 = 0,25$ pour MP et MG

FIG. 2 : Progrès génétiques réalisables en 10 ans sur les matières protéiques (MP) et les matières grasses (MG)

Bien que ces droites représentent des situations technico-économiques très différentes, les objectifs à atteindre (W_1 , W_2 ou W_3) restent proches. Les orientations à donner à la sélection sont donc relativement indépendantes des conditions techniques et économiques.

Le point W_2 correspond à un progrès maximum sur la somme des quantités. Seules des conditions technico-économiques très différentes (valorisation de la matière protéique triple de celle de la matière grasse) peuvent imposer de choisir un critère de sélection basé uniquement sur la matière protéique. Ce n'est pas encore le cas actuellement et rien ne semble l'indiquer de façon sûre pour l'avenir. En outre le point W_2 relatif à un progrès génétique maximum pour la somme des quantités n'est pas éloigné du point $W_{\max}$ relatif à une sélection orientée vers un progrès maximum des matières protéiques : seulement 3 kg d'écart pour les matières protéiques entre W_2 et $W_{\max}$, soit 13 p.100 du progrès génétique réalisable sur 10 ans.

L'ellipse des progrès génétiques de la figure 2 met aussi en évidence la quasi-impossibilité d'améliorer les matières protéiques en imposant un progrès nul pour les matières grasses. Pour y parvenir, il faudrait aussi accepter une réduction du gain génétique sur les matières protéiques.

Ces remarques sont faites sur une hypothèse minimum pour la corrélation génétique entre les matières protéiques et grasses : 0,7. Une corrélation supérieure à 0,7, hypothèse plus probable, signifierait une difficulté plus grande encore de dissocier les progrès génétiques réalisables sur les deux caractères.

Compte tenu de ces remarques, on a retenu en France le critère de sélection suivant basé sur la matière moyenne utile (MMU) :

$$MMU = \frac{1,2 MP + MG}{2}$$

Il permet d'obtenir :

a) des progrès sensiblement équivalents pour les quantités et donc de ne pas modifier les caractéristiques du lait (alors que le point W_2 , progrès maximum pour la somme des quantités, correspond à un progrès légèrement plus important pour le caractère le plus variable, la matière grasse) ;

b) un progrès proche du maximum pour la somme des quantités.

2. Quelle importance donner à la sélection sur les taux

La recette financière de l'éleveur étant calculée de plus en plus en fonction des quantités de matières présentes dans le lait livré, celles-ci doivent rester le critère de sélection principal. Mais on peut cependant accorder une certaine importance aux taux dans le choix des reproducteurs. L'amélioration des taux, qui s'ensuivrait, pourrait résoudre en partie certains problèmes de transformation fromagère liés à des richesses trop faibles. Cependant pour conforter cette option, il serait nécessaire que le mode de paiement du lait, actuellement fonction seulement des quantités de matières livrées (quand on ne donne pas en réalité une prime à la quantité d'eau livrée), évolue vers un système favorisant, à quantités de matières égales, une livraison de lait plus riche que la moyenne.

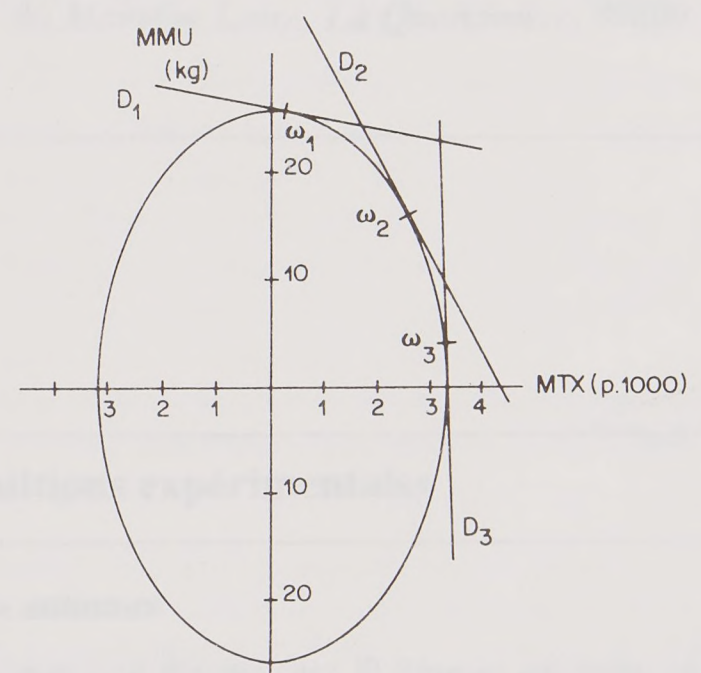
On peut donc admettre que l'objectif soit de maximiser non pas la seule quantité MMU (définition de MMU en III.a) mais plutôt une combinaison des quantités et des taux moyens (MTX) :

$$\alpha_1 MMU + \alpha_2 MTX$$

MTX étant une combinaison des taux, dans laquelle le taux protéique (TP) a le même poids que dans l'expression de MMU : $MTX = (TB + 1,2 TP) / 2$.

Ce n'est pas au généticien de décider des paramètres économiques α_1 et α_2 présents dans l'expression de l'objectif de sélection. Mais faute d'indications précises et chiffrées, on peut cependant indiquer les conséquences liées à différentes valeurs données aux paramètres α_1 et α_2 . L'examen de la figure 3 qui présente les progrès génétiques possibles sur les deux caractères MMU et MTX conduit à deux constatations :

a) lorsque les paramètres économiques varient, la cible qui est atteinte après 10 ans de sélection (ω_1 , ω_2 ou ω_3) change beaucoup. A l'inverse de la situation rencontrée avec les deux quantités de matières (MP et MG), il est maintenant important de disposer d'éléments sûrs et précis concernant le réel poids économique, à quantité de matières constantes, de la richesse du lait (ceci résulte du fait que la corrélation génétique entre les deux caractères MMU et MTX soit très faible alors qu'elle était très importante entre MP et MG) ;



Hypothèses génétiques : $R_g = 0,0$ $R_p = 0,1$
 $\sigma_G = 1,8$ et 17 pour MTX et MMU
 $h^2 = 0,48$ $0,25$ pour MTX et MMU

FIG. 3 : Progrès génétiques réalisables en 10 ans sur la matière moyenne utile (MMU) et le taux moyen (MTX)

b) une légère sélection sur les taux permettra un certain progrès sur ceux-ci sans réduire notablement les progrès obtenus sur les quantités de matières. Mais au-delà, les progrès obtenus sur les taux seraient moins importants et induiraient une réduction importante du gain génétique réalisable sur les quantités de matières. Par exemple, un poids relatif de 1 pour le taux moyen (MTX) serait une solution intéressante.

$$MMU + 1 MTX$$

Vis à vis d'une sélection orientée vers la MMU seulement, un tel critère permettrait en 10 ans, un progrès génétique de 0,4 p.1000 sur le taux et un progrès génétique sur la MMU équivalent à 98,5 p.100 de celui qui serait obtenu par une sélection exclusive sur la MMU.

Conclusion

Notre analyse de l'amélioration génétique de la composition du lait s'appuie sur l'étude des paramètres génétiques qui caractérisent la variabilité génétique et les liaisons entre caractères et sur l'analyse prévisionnelle des progrès génétiques réalisables en fonction de ces paramètres. Ces deux éléments de réponse sont fondamentaux et indispensables.

Il ressort de notre étude deux points essentiels. Les deux caractères matières grasses et matières protéiques étant très liés (R_g proche de 0,8) il est très difficile de dissocier les progrès génétiques sur ceux-ci. Le critère de quantité moyenne de matière utile (MMU) permet des progrès équilibrés pour les deux quantités et un progrès proche du maximum pour la somme des quantités. En second lieu, la liaison génétique entre les taux et la matière utile étant proche de zéro, toute sélection exercée sur le taux réduira les progrès réalisés sur la matière utile (MMU). Un poids faible (MMU + MTX par exemple) peut être accordée cependant au taux moyen (MTX). Sans entraîner une réduction sensible sur le progrès de la MMU, ceci peut donner un progrès déjà non négligeable pour le taux moyen (MTX).

Références bibliographiques

- BONAÏTI B., MOCQUOT J.C., 1982. Etudes sur la production laitière des bovins. IV. Paramètres génétiques en première lactation. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **14**, (2), 161-176.
- HARDIE A.R., JENSEN E.L., TYLER W.J., 1978. Genetic and economic implications of single trait selection for protein and solids-non-fat. *J. Dairy Sci.*, **61**, 96-101.
- HARGROVE G.L., MBAH D.A., ROSENBERGER J.L., 1981. Genetic and environmental influences on milk and milk component production. *J. Dairy Sci.*, **64**, 1593-1597.
- MAIJALA K., HANNA M., 1974. Reliable phenotypic and genetic parameters in dairy cattle. *Ist World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Madrid, 7-11 octobre 1974, vol. I, 541-563.
- RENDEL J.M., ROBERTSON A., 1950. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *J. Genet.*, **50**, (1), 1-8.
- SCHNEEBERGER M., 1984. Genetic parameters for days open, milk yield, and fat and protein content of swiss braunvich cows. *Livest. Prod. Sci.*, **11**, 261-268.

Utilisation des hépatoprotecteurs en élevage bovin

2. Essai d'une préparation injectable administrée à des taurillons en fin de période d'engraissement

S. BAZIN*, J. BARNOUIN**, G. LE GARFF*

avec la collaboration de Y. LE MEUR*** et des contrôleurs de croissance du Maine et Loire

* I.T.E.B. - 149, rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

** INRA-Theix, Laboratoire d'Ecopathologie, 63122 Ceyrat

*** E.D.E. du Maine et Loire, La Quantinière, 49800 Trélazé

L'administration des hépatoprotecteurs est en augmentation dans les ateliers d'engraissement de taurillons comme elle l'est en élevage laitier.

Le foie est rendu responsable de défauts de croissance et d'accidents pathologiques - notamment de boiteries - sur les animaux en finition sans que la réalité de cette souffrance hépatique soit démontrée (cf. introduction générale de la 1^{ère} partie, Bulletin de Theix, n° 58).

Cette insuffisance hépatique présumée interviendrait essentiellement en fin de période d'engraissement (à partir de 500 kg de poids vif) et est attribuée à une stéatose. Les effets de cette stéatose seraient d'une part une moins bonne utilisation métabolique des nutriments entraînant une baisse de croissance, et d'autre part une insuffisance de détoxification des endotoxines (COTTEREAU, 1967).

L'essai qui va être décrit a consisté à tester en élevages l'effet sur la croissance et la santé des animaux d'un mélange d'hépatoprotecteurs administré par voie intramusculaire au cours de la période d'engraissement. Les éleveurs attendant également de cette pratique un meilleur poids et une meilleure qualité des carcasses, nous avons également pris en compte ces deux critères dans notre étude.

Conditions expérimentales

1. Les animaux

L'essai s'est déroulé chez 10 éleveurs adhérents au Syndicat de contrôle de croissance du département du Maine et Loire.

Dans chaque élevage les animaux étaient de même race : les races charolaise, pie-noire, maine-anjou et normande étaient représentées.

Les taurillons engraisés en stabulation libre paillée recevaient comme ration de base de l'ensilage de maïs à volonté et du foin. La complémentation azotée, minérale et vitaminique était conforme aux recommandations INRA 1978 ; il n'était pas fait de complémentation énergétique.

Les lots expérimentaux dans chaque élevage étaient constitués d'animaux d'une même case, soumis aux mêmes conditions d'alimentation et de logement depuis au moins 4 mois avant le début de l'essai, homogènes quant à leur poids vif (environ 500 kg) et indemnes d'infestation par la grande douve.

Les animaux sont restés ensemble pendant toute la durée de l'essai, fixée à 3 mois. Leur abattage est intervenu le plus tôt possible après la fin de l'essai, à un poids vif moyen d'environ 680 kg.

Ils ont été abattus entre juin et novembre 83 à des poids de carcasse variant de 290 à 490 kg (380 kg en moyenne).

Dans chaque lot expérimental (la case), l'essai était conduit en randomisation totale : un tirage au hasard a désigné la moitié qui a reçu l'hépatoprotecteur, l'autre moitié ayant reçu du sérum physiologique afin de supprimer l'effet du stress lié à l'injection.

Le dispositif expérimental était une répétition de 10 essais dans 10 cases de 8 à 22 animaux représentant un total de 146 taureaux.

L'hypothèse était qu'il y aurait une différence de gain de poids vif quotidien moyen inférieur à 100 g entre les traités et les non traités, les risques β et α étant fixés à 5 p.100.

2. Les traitements

Les animaux traités (H) ont reçu 3 injections intramusculaires de 50 ml d'une association de facteurs lipotropes composée (q.s.p. 100 ml) de 2 g de DL méthionine, 2,5 g d'acétylméthioninate de Mg, 2,5 g de chlorhydrate de choline, 2,25 g de bétaine, 5 g de sorbitol et 2,5 mg de vitamine B 12.

Cette association est représentative des spécialités pharmaceutiques hépatoprotectrices proposées aux éleveurs et elle a été testée sur les vaches laitières par BARNOUIN et BAZIN (1984).

La première injection a été effectuée le jour du début de l'essai, un délai d'un mois a été respecté entre chaque injection.

Le nombre et le rythme des injections ont été définis conformément aux pratiques conseillées aux éleveurs, conseils qu'il s'agit dans cet essai de conforter ou de récuser.

Les animaux témoins (T) ont reçu le même jour que les traités une injection de 50 ml d'un soluté isotonique de chlorure de sodium.

L'abattage est intervenu 149 jours et 138 jours après le début de l'essai respectivement pour les lots traités et témoins soit 59 jours et 48 jours après la fin de l'essai. Cette différence est due au hasard, les éleveurs étant libres de choisir la date d'abattage de leur animaux.

3. Les paramètres étudiés

Les effets du traitement ont été étudiés sur le gain de poids vif quotidien réalisé au cours des 2 mois séparant la première injection de la dernière, sur le poids de carcasse et la note EUROPA obtenue.

Les maladies atteignant les animaux après le début de l'essai étaient enregistrées au jour le jour par l'éleveur. Une observation des lésions hépatiques macroscopiques a été réalisée à l'abattoir par les vétérinaires inspecteurs des services sanitaires.

Un dénombrement de ces maladies et lésions a été effectué par lot afin d'estimer l'effet du traitement sur la santé. En fait, l'enregistrement de la pathologie ne s'est révélé ni exhaustif ni précis.

Résultats

Effet du traitement sur le gain de poids vif quotidien moyen (G.M.Q.)

Le G.M.Q. expérimental est corrélé positivement au G.M.Q. pré-expérimental ($r = 0,519$; $P < 0,01$).

Le gain de poids vif moyen n'a pas été différent pour les lots traité et témoin (tabl. ci-dessous).

	GMQ (g/j)	Signification
Lot traité (n = 73)	1227 $\pm$ 286	NS
Lot témoin (n = 73)	1242 $\pm$ 277	

Il n'a pas été possible dans cet essai de mettre en évidence une différence significative (risques α et β fixés à 5 p.100) de GMQ inférieure à 126 grammes.

L'analyse de la variance du gain de poids vif quotidien prenant comme facteurs l'élevage, le traitement, l'interaction élevage-traitement et comme co-facteur le gain de poids vif quotidien pré-expérimental, a permis de mettre en évidence, outre l'absence d'effet du traitement :

- un effet élevage significatif,
- une absence d'effet de l'interaction élevage traitement indiquant que l'effet du traitement n'est pas différent d'un élevage à l'autre.

Le modèle n'a permis d'expliquer que 44 p.100 de la variation totale, ce qui laisse supposer un effet individuel important sur le GMQ. Il est à noter que nous n'avons pas introduit en tant que tel, le facteur race dans le modèle, mais il est contenu dans le facteur élevage (puisque plusieurs races sont représentées à raison d'une race par élevage). L'effet individuel est peut-être dû en partie au poids à l'abattage non pris en compte dans l'analyse.

Effet du traitement sur le poids de carcasse

Le poids de carcasse n'a pas été différent pour les lots traité et témoin (tabl. ci-après).

L'analyse de la variance totale prenant comme facteurs l'élevage, le traitement, l'interaction élevage-traitement et comme covariables, le nombre de jours écoulés entre le début de l'essai et l'abattage et le poids au début de l'essai montre outre l'absence d'effet du traitement :

- un effet élevage significatif,
- une absence d'effet de l'interaction,
- une influence significative du nombre de jours entre le début d'essai et l'abattage,
- une influence significative du poids au début de l'essai.

La différence de 3,7 kg du poids de carcasse en faveur du lot traité, non significative, est à lire en tenant compte des 11 jours d'engraissement supplémentaires du lot traité.

	POIDS DE CARCASSE (kg)	POIDS AU DEBUT DE L'ESSAI (kg)	DELAI ENTRE DEBUT D'ESSAI & ABATTAGE (jour)	SIGNIFICATION
Lot traité (n = 73)	381,2 ± 41,4	502,5 ± 50,8	149 ± 35	NS
Lot témoin (n = 73)	377,5 ± 43,4	505,9 ± 59,3	138 ± 29	

Le modèle choisi a permis d'expliquer 75 p.100 de la variance totale.

Effet du traitement sur le classement EUROPA

Nous avons transformé le classement EUROPA (notation de E⁺ à A⁻) en une note de conformation variant du 18 (pour E⁺) à 1 (pour A⁻).

Le traitement n'a pas eu d'effet sur le classement EUROPA des animaux (tabl. ci-dessous).

	NOTE DE CONFORMATION	SIGNIFICATION
Lot traité (n = 73)	12,2 ± 2,4	NS
Lot témoin (n = 73)	12,4 ± 2,8	

L'analyse de la variance totale prenant comme facteurs l'élevage, le traitement, l'interaction élevage-traitement et comme covariable le poids de carcasse montre, outre une absence d'effet du traitement :

- un effet élevage très significatif,
- une absence d'effet de l'interaction,
- une influence très significative du poids de carcasse.

Le modèle a permis d'expliquer 80 p.100 de la variance totale, ce qui a mis en évidence que le poids de carcasse influence très fortement le classement EUROPA.

Dans cet essai, l'effet élevage recouvrait un effet race (une seule race par élevage) ; de même le poids de carcasse était très lié à la race : l'effet essentiel sur la note EUROPA est donc vraisemblablement un effet racial.

Effet du traitement sur les lésions hépatiques et sur la pathologie

Deux animaux étaient douvés, un dans chaque lot et ils ont été intégrés au dépouillement. Aucun cas de stéatose et d'abcès hépatique n'est apparu.

L'effet traitement ne peut bien sûr pas être étudié, toutefois cette information sur 146 animaux montre que l'incidence des lésions hépatiques ne doit pas être surévaluée.

Les seuls accidents pathologiques enregistrés furent 10 cas de boiteries d'origine podale, soit 5 dans chaque lot. Ces chiffres représentent certainement une sous-estimation de la réalité et ne permettent donc pas de conclure sur l'effet du traitement.

Discussion et conclusion

Cet essai n'a mis en évidence aucun effet de l'administration d'hépatoprotecteurs par voie générale à des taurillons en fin d'engraissement sur les facteurs de production : vitesse de croissance, poids et qualité des carcasses sans que la puissance de l'essai soit à mettre en cause (2 fois 73 animaux en essai).

Cette absence d'effet s'est manifestée chez l'ensemble des éleveurs ayant participé à l'essai.

La voie parentérale permettant chez le ruminant d'apporter les molécules actives sans dégradation par la microflore du rumen, l'absence d'effet observé dans cet essai ne peut être interprétée que de deux manières (en complément des arguments physiologiques développés dans la 1^{ère} partie de l'article) :

- les animaux n'avaient pas de difficultés hépatiques susceptibles d'être soulagées par des facteurs lipotropes.

La stéatose hépatique ne peut en effet apparaître sur un ruminant en anabolisme (BELL, 1981). Les gains de poids vifs observés montrent que les animaux n'étaient pas en phase de lipomobilisation ; seule une incapacité temporaire à s'alimenter (douleur, maladie) aurait donc pu engendrer une stéatose et il aurait convenu dans ce cas de traiter la cause du refus d'ingestion.

- l'apport mensuel de faibles doses était insuffisant pour qu'un effet apparaisse.

Dans cette hypothèse, on admet qu'il existe une stéatose due à une carence en facteurs lipotropes. Si une telle carence existe, il est alors probable que l'injection mensuelle de 2 g de méthionine et d'1 g de choline ne puisse pas la compenser, ces animaux recevant au niveau duodénal de l'ordre de 15 à 20 g de méthionine par jour (GRIFFITHS, 1983). Pourtant, dans la pratique, il n'est pas raisonnable de penser pouvoir accélérer le rythme des injections ou d'augmenter notablement les concentrations des molécules en solution. De plus, on s'adressait dans cet essai à des animaux alimentés selon les normes admises, comme dans le cas de l'essai sur vaches laitières (BARNOUIN et BAZIN, 1984) et indemnes de grande Douve.

Outre les arguments physiologiques, les 2 hypothèses émises pourraient permettre d'expliquer l'absence d'effet du traitement observé dans notre essai sur les facteurs de production.

Bien que nos observations sur les boiteries soient insuffisantes pour conclure à l'absence d'effet du traitement, il est toutefois vraisemblable que l'origine des boiteries soit plus à rechercher au niveau du rumen qu'à celui du foie (NILSSON, 1982) relativement peu sujet à la stéatose lorsqu'il s'agit d'animaux à l'engraissement.

Quoiqu'il en soit, et en conclusion, il apparait que des apports répétés de solutés hépatoprotecteurs ne peuvent être retenus comme un moyen zootechnique d'amélioration du revenu des éleveurs.

Références bibliographiques

BARNOUIN J., BAZIN S., 1984. Utilisation des hépatoprotecteurs en élevage bovin. 1. Essai d'une préparation injectable administrée à des vaches laitières en fin de gestation et début de lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **58**, 39-44.

BELL A.W., 1981. Lipid metabolism in liver on selected tissue and in

the whole body of ruminant animals. In : *Lipid metabolism in ruminant animals*, 363-374. Ed. W.N. Christie, Pergamon Press.

COTTEREAU P., 1967. La fourbure des bovins à l'engrais. *Rev. Med. Vet.*, **118**, 827-839.

GRIFFITHS T.N., 1983. Studies on the protein requirements of young growing bulls. In : *IV th. Int. Symp. Protein metabolism and nutrition*, Clermont-Ferrand, 133-136. Ed. INRA Publ., route de St Cyr, 78000 Versailles.

NILSSON S.A., 1982. Laminitis in cattle : etiology and metabolic problems. In : *IV^e Symposium international sur les affections du pied des ruminants*, 31-3. Ed. Soc. française de Buiatrie, Paris- Maisons-Alfort.

N.B. : Pour la liste complète des références concernant les hépatoprotecteurs, cf. BARNOUIN et BAZIN (1984).

Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations - L'indice de propreté

B. FAYE, J. BARNOUIN

Laboratoire d'Eco-pathologie

L'hygiène du logement des animaux, et en particulier de la litière, est l'une des règles préventives fondamentales à observer en élevage. Pourtant, l'attention s'est surtout focalisée à ce niveau sur les élevages intensifs de veaux, de porcs ou de volailles, dans lesquels des progrès importants de productivité ont été réalisés à partir d'une meilleure maîtrise de l'environnement. Dans les élevages bovins plus dépendants du milieu extérieur, le retentissement d'une hygiène défectueuse sur l'état sanitaire est également sensible, comme ont pu le préciser les résultats de l'enquête éco-pathologique continue (BROCHART *et al.*, 1984a). Il semble en particulier, que l'apport suffisant de paille pour la litière constitue une bonne prévention des mammites (BROCHART *et al.*, 1984b).

Dans les élevages laitiers, la sensibilisation des éleveurs et des techniciens à l'importance de l'hygiène et en particulier à l'état de propreté des animaux, reste insuffisante. Néanmoins, la propreté des animaux apparaît pour la plupart des observateurs comme un élément d'appréciation de l'hygiène générale de la stabulation (EKESBO, 1966 ; BAKKEN, 1981) et constitue une synthèse concrète des souillures apportées par le milieu et des facteurs pathogènes qui leur sont liées.

Pour juger de l'état de propreté de la stabulation et des vaches laitières et apprécier les parties du corps les plus exposées, il s'avère indispensable de posséder des outils d'appréciation simples, facilement utilisables dans la pratique. Les mesures physiques, chimiques ou bactériologiques que l'on peut effectuer au niveau de l'environnement sont lourdes et onéreuses. Seule l'appréciation de la propreté sur l'animal lui-même, en tant que témoin du milieu, semble d'emploi facile, à condition de pouvoir l'objectiver. Cette objectivation est nécessaire pour qu'un ensemble d'enquêteurs, de techniciens ou de praticiens puissent apporter un jugement chiffré homogène, en particulier dans le cadre d'enquêtes éco-pathologiques. Cette objectivation n'a été abordée que de façon partielle et imprécise dans des notations relevant plus de l'appréciation subjective que d'une codification chiffrée (BAKKEN, 1981). La « grille de notation » de NYGAARD (1979) s'approche du modèle que nous proposons, mais nous

semble encore trop imprécise lorsqu'on fait appel à de nombreux notateurs. Ces considérations nous ont conduits à la mise au point d'un **indice de propreté individuelle** caractérisant l'animal dans son milieu, à partir duquel est apprécié de manière synthétique l'état de propreté de la stabulation.

Principes de la notation de la propreté

1. Indice de propreté individuelle

Le jugement objectif de la propreté de l'animal se réalise à partir de l'appréciation du degré de souillure de zones anatomiques particulièrement vulnérables d'un point de vue pathologique (région ano-génitale, membres postérieurs et mamelle) (fig. 1).

Ces régions anatomiques sont prises en compte du fait de l'importance de la pathologie des voies génitales, de la pathologie podale et des mammites. La fréquence annuelle de cette dernière pathologie (20 p.100) implique l'attribution de 2 notes à l'organe-cible, contre 1 note seulement pour la région ano-génitale et le pied, la fréquence des métrites et boiteries étant environ deux fois moins élevées que celle des mammites (BARNOUIN *et al.*, 1983).

- **Zone 1** : le losange ano-génital, c'est-à-dire la région comprise entre la base de la queue, les pointes des fesses et le point d'attache de la mamelle (la partie de la queue comprise dans la région considérée est également prise en compte) ;

- **Zone 2** : la mamelle vue de l'arrière ;

- **Zone 3** : la partie inférieure des membres postérieurs comprise entre le dessus de jarret et les ergots. Les sabots sont éliminés de la notation, car ils sont toujours sales et il importe surtout d'apprécier à ce niveau le fait que les animaux « pataugent » ou non, et donc de savoir si les souillures dépassent ou non le sabot. On notera toujours le membre le plus sale ;

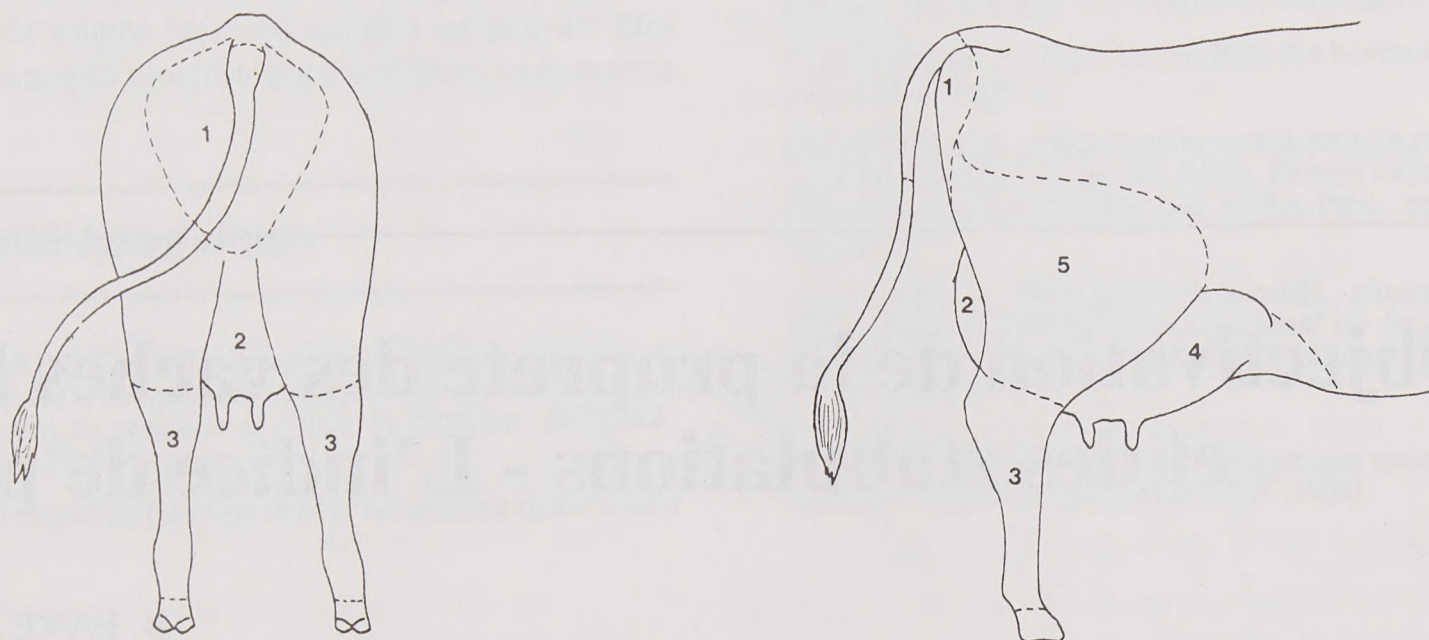


FIG. 1 : Zones anatomiques à considérer pour la notation de l'état de propreté des animaux (1, 2, 3 et 4) et de la stabulation (1, 2, 3, 4 et 5)

1. Région ano-génitale
2. Mamelle vue arrière
3. Région du pied-jarret
4. Mamelle vue côté
5. Cuisse

- **Zone 4** : la mamelle et le ventre en avant de la mamelle jusqu'à l'ombilic, et en dessous du pli du grasset. On notera toujours le côté le plus sale (appréciation des vues latérales droite et gauche).

A chacune de ces régions anatomiques, est accordée une note allant de 0 à 2 selon l'échelle suivante :

Note 0 : la région concernée est dépourvue de toute souillure

Note 0,5 : il y a quelques souillures peu étendues ;

Note 1 : les souillures sont étendues, mais représentent moins de 50 p.100 de la surface de la région considérée ;

Note 1,5 : les souillures sont étendues à plus de 50 p.100 de la surface de la région considérée, mais ne forment à aucun moment une croûte épaisse ;

Note 2 : la région est entièrement souillée et / ou est couverte d'une croûte épaisse.

En sommant ces notes « régionales », on obtient donc pour chaque animal, une note variant de 0 à 8 (propre à très sale) dite « indice de propreté individuelle ». Une appréciation à 0,5 point près peut être considérée comme parfaitement admissible.

2. Etat de propreté de la stabulation

La propreté de la stabulation est appréciée à partir de l'animal puisqu'en définitive c'est son effet sur l'animal qui nous intéresse, dans le cadre d'études sur les relations hygiène-pathologie. Cette appréciation se réalise par la prise en compte d'une région anatomique pathologiquement peu sensible, mais révélatrice de l'état de propreté de la stabulation et en particulier de la litière. Donc, en plus des 4 zones précédemment décrites, on prendra en compte une 5^{ème} zone, constituée par l'ensemble de la cuisse (fig. 1), et on la notera selon les mêmes critères précédemment décrits (fig. 2). Si l'un des côtés est propre et l'autre sale, il faudra noter le côté sale, cette différence signifiant simplement que l'animal a tendance à se coucher toujours du même côté.

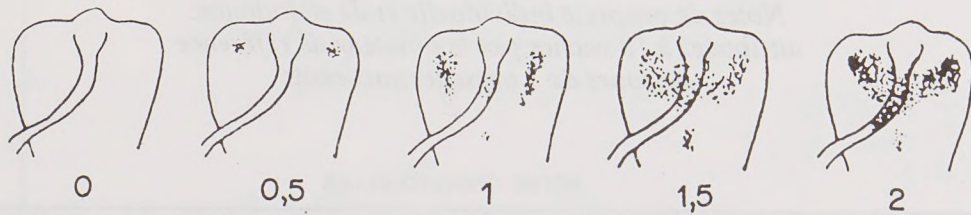
On obtiendra donc pour chaque animal, une note variant de 0 à 10. Cette note n'est pas prise en compte de façon individuelle, elle sert en fait à calculer la moyenne des notes obtenues par toutes les vaches de la stabulation. Cette moyenne qualifie l'état de propreté de la stabulation. Suivant la note moyenne, les stabulations sont classées en 5 groupes :

- stabulation très propre	0 - < 2
- stabulation propre	2 - < 4
- stabulation un peu sale	4 - < 6
- stabulation sale	6 - < 8
- stabulation très sale	8 - 10

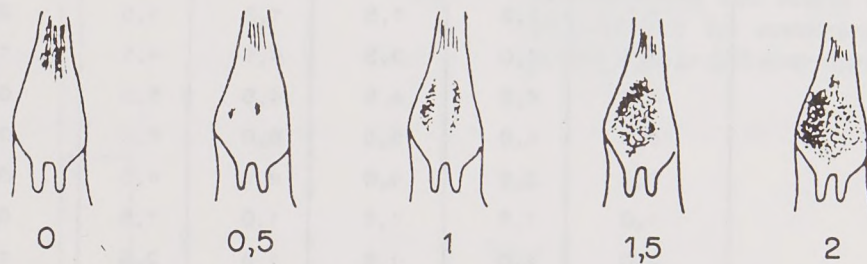
Les classes de propreté pourront être appréciées en fonction notamment du type de stabulation, mais aussi d'un ensemble d'autres critères caractéristiques de l'environnement des animaux. Mais quel que soit le mode de conduite des vaches, l'objectivation de l'état de propreté permet une appréciation globale de l'hygiène, l'essentiel étant de garantir aux animaux un état de propreté suffisant, toutes choses n'étant pas égales par ailleurs.

Précision de la notation

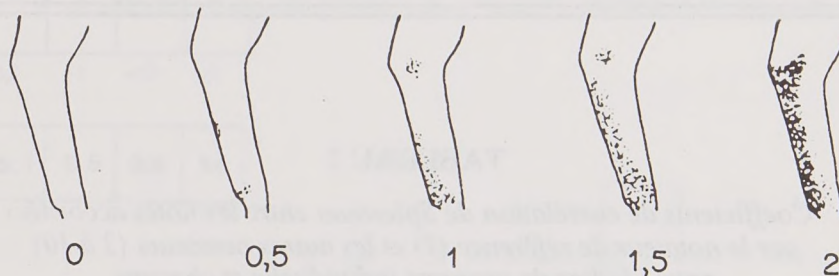
La grille de notation ne vaut que si sa précision est suffisante. Afin de tester cette précision, un essai a été réalisé avec 10 notateurs dans 5 stabulations entravées sur 65 vaches laitières. Le notateur n°1 est considéré comme le notateur de référence (auteur de la mise au point de la grille de notation). Les neuf autres notateurs n'ont reçu comme seule information que le texte ci-dessus intitulé « principes de la notation de propreté ». Aucun essai préalable n'a été réalisé, afin de placer les notateurs dans les conditions d'un enquêteur désirant noter la propreté à partir de seuls documents écrits.



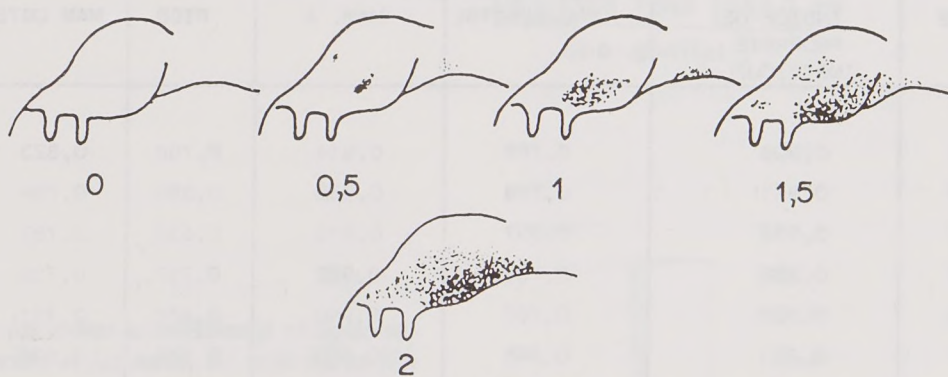
Zone 1 : Région ano-génitale



Zone 2 : Mamelle vue arrière



Zone 3 : Pied-jarret



Zone 4 : Mamelle vue de côté



Zone 5 : Cuisse

FIG. 2 : Critères de notation de l'état de propreté des différentes régions anatomiques

- 0. Pas de souillures
- 0,5. Quelques souillures peu étendues
- 1. Souillures étendues représentant moins de 50 p.100 de la zone considérée
- 1,5. Souillures étendues à plus de 50 p.100 de la zone considérée
- 2. Zone totalement souillée ou recouverte d'une croûte épaisse.

TABLEAU 1

Notes de propreté individuelle et de stabulation
attribuées à 10 vaches par le notateur de référence
au cours de 5 passages successifs

NOTES INDIVIDUELLES

PASSAGE N° VACHE N°	1	2	3	4	5	Ecart maximum
1	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	0,5
2	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	0,5
3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0
4	4,5	4,0	3,5	4,5	4,5	1
5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	0,5
6	6,0	6,0	5,5	6,0	6,0	0,5
7	3,5	3,5	4,0	4,5	4,5	0,5
8	1,0	1,5	1,5	1,0	1,5	0,5
9	2,0	2,0	1,5	1,5	2,5	1
10	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	0,5
INDICE DE STABULATION	4,65	4,80	4,60	4,70	4,95	COEFFICIENT DE VARIATION = 2,5 %

TABLEAU 2

Coefficients de corrélation de Spierman entre les notes accordées
par le notateur de référence (1) et les autres notateurs (2 à 10)
pour l'indice de propreté individuelle et chacune
des régions anatomiques (64 ddl)

NOTATEURS	INDICE DE PROPRETE INDIVIDUELLE	REGION ANATOMIQUE				
		ANO-GENITAL	MAM. A	PIED	MAM COTE	CUISSE
1/2	0,909	0,765	0,914	0,786	0,823	0,909
1/3	0,921	0,769	0,930	0,869	0,784	0,888
1/4	0,932	0,837	0,915	0,832	0,787	0,884
1/5	0,885	0,726	0,922	0,757	0,739	0,883
1/6	0,922	0,767	0,940	0,616	0,791	0,898
1/7	0,821	0,845	0,909	0,618	0,696	0,801
1/8	0,932	0,812	0,933	0,826	0,827	0,915
1/9	0,889	0,726	0,925	0,718	0,842	0,675
1/10	0,908	0,696	0,898	0,796	0,771	0,871

1. Répétabilité des mesures

Le notateur de référence (n° 1) a, au préalable, testé la répétabilité de sa propre notation, en notant 10 vaches, 5 fois de suite, dans un ordre différent tiré au hasard. Les résultats rassemblés dans le tableau 1 indiquent une faible variabilité des écarts, la moyenne des écarts pour la note individuelle étant de 0,55 point et le coefficient de variation pour l'indice de stabulation de 2,5 p.100.

2. Homogénéité des mesures entre notateurs

a) Indice de propreté individuelle

Nous avons calculé pour la note individuelle et pour la note de chacune des régions anatomiques, le coefficient de corrélation de Spierman entre le notateur de référence et chacun des nota-

teurs (tabl. 2). Toutes les relations calculées sont hautement significatives ($P<0,001$).

Les histogrammes de répartition des notes individuelles par rapport à la note attribuée par le notateur de référence indiquent que les 2/3 des notes ne s'écartent pas plus de 0,5 point (fig. 3). Cet histogramme apparaît légèrement asymétrique. Ceci est dû pour une forte part aux notes attribuées par le notateur n° 7, qui a tendance à sous-noter par rapport aux autres. La dispersion des notes par région anatomique fait apparaître que c'est pour la région du pied-jarret que le pourcentage de notes s'écartant de plus de 0,5 point du notateur de référence est le plus élevé (7,9 p.100), la plus grande concordance étant obtenue pour la mamelle vue de l'arrière (1,1 p.100 de notes s'écartant de plus de 0,5 point).

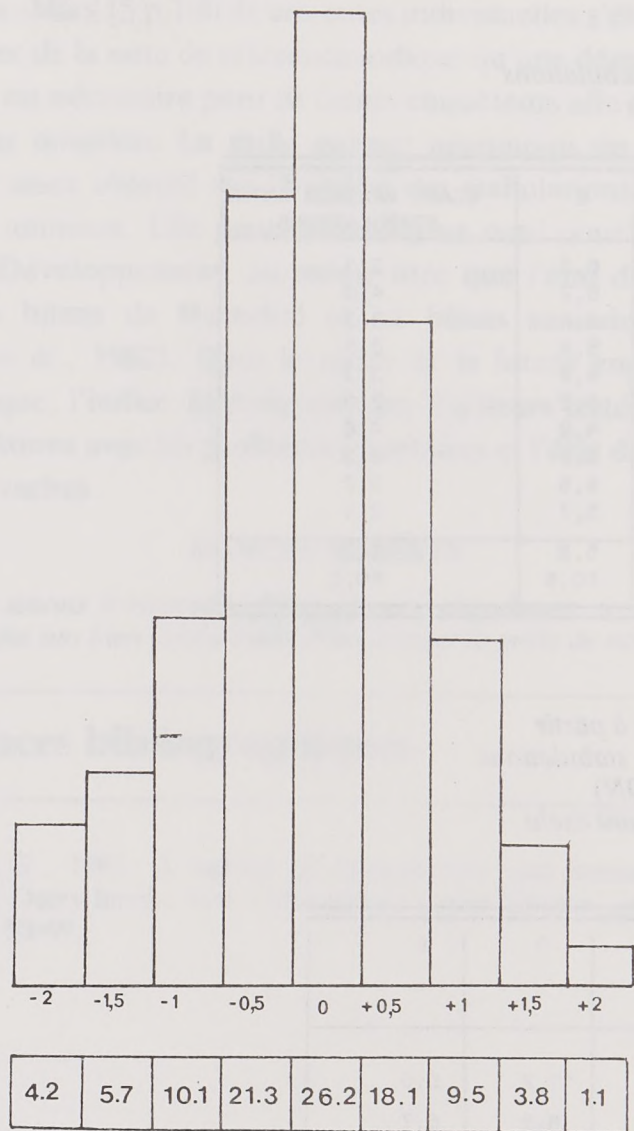


FIG. 3 : Histogramme des écarts entre les notes individuelles attribuées par les notateurs et les notes de référence (en p.100,) (pour 585 notes attribuées)

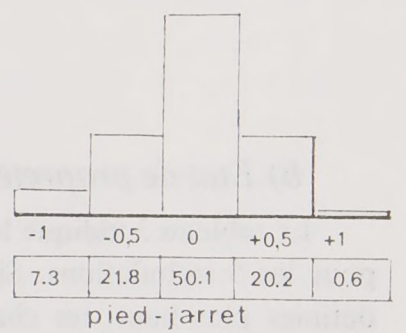
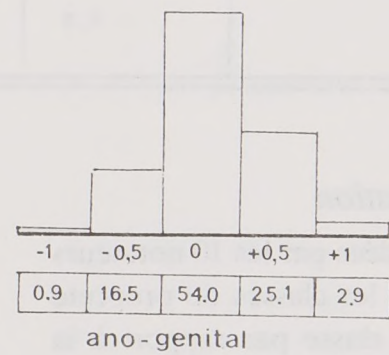


FIG. 4 : Histogramme des écarts entre les notes accordées à chaque région anatomique par les notateurs et les notes de références (en p.100) (pour 585 notes attribuées)

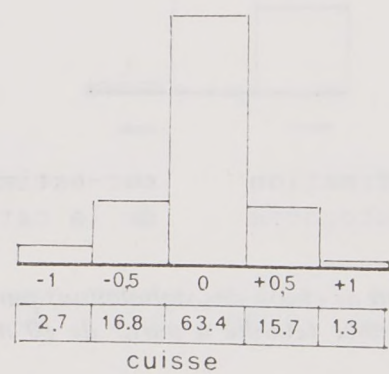
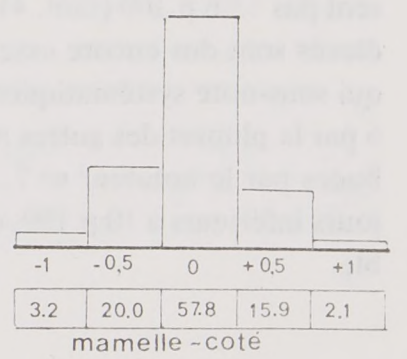
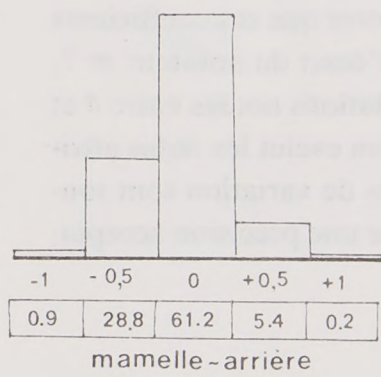


TABLEAU 3

Notes de l'état de propreté accordées à 5 stabulations
(A, B, C, D, E) par 10 notateurs

NOTATEUR \ STABULATION	A	B	C	D	E	ECART MAXIMUM ENTRE STABULATIONS
1	5,6	7,5	4,4	4,9	6,3	3,1
2	5,8	7,6	3,6	4,0	5,2	4,0
3	5,9	8,2	5,1	4,9	6,4	3,3
4	5,2	7,0	4,6	4,5	5,9	2,5
5	5,1	7,7	4,5	4,4	5,9	3,3
6	5,3	7,6	4,6	4,8	6,2	3,0
7	3,6	7,9	3,3	3,3	4,9	4,6
8	5,0	7,7	4,4	4,6	6,2	3,3
9	5,3	7,7	4,5	4,9	5,5	3,2
10	5,8	7,0	4,7	4,5	5,7	2,3
MOYENNE ET ECART-TYPE	5,3 ±0,6	7,6 ±0,3	4,4 ±0,7	4,5 ±0,5	5,8 ±0,5	3,3 ±0,6

TABLEAU 4

Coefficients de variation (p.100) calculés à partir
des notes accordées sur l'état de propreté de 5 stabulations
(A, B, C, D, E) par 10 notateurs (10N)
et par 9 notateurs (9N), le notateur n°7 étant exclu

STABULATIONS \ NOMBRE DE NOTATEURS	A	B	C	D	E
10 N	12,6	4,8	12,1	11,2	8,5
9 N	6,2	4,9	8,8	6,5	6,7

b) Etat de propreté de la stabulation

Le tableau 3 indique les notes accordées par les 10 notateurs pour les 5 stabulations. Si on considère les classes de propreté définies plus haut, les changements de classe par rapport à la classe de référence sont peu fréquents (fig. 5) d'autant plus que sur les 10 cas de sous-notation de la catégorie, 6 sont dus à la stabulation « E » pour laquelle la note moyenne (5,8) est à la limite de 2 classes de propreté. Les coefficients de variation ne dépassent pas 12,6 p.100 (tabl. 4), mais il faut noter que ces coefficients élevés sont dus encore essentiellement à l'écart du notateur n° 7, qui sous-note systématiquement les stabulations notées entre 4 et 6 par la plupart des autres notateurs. Si l'on exclut les notes attribuées par le notateur n° 7, les coefficients de variation sont toujours inférieurs à 10 p.100, ce qui constitue une précision acceptable.

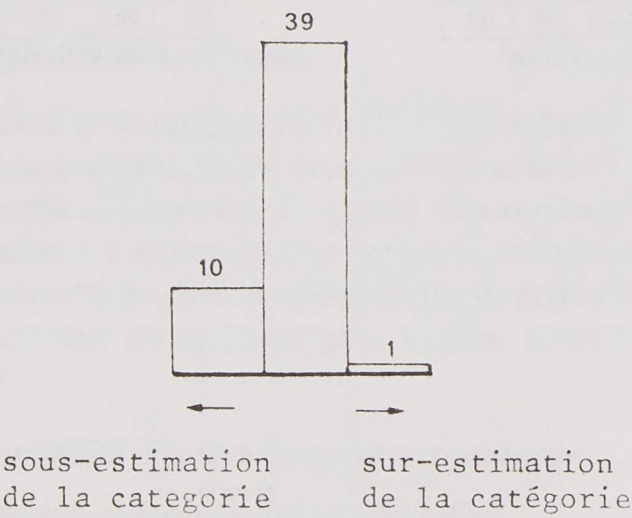


FIG. 5 : Changement de classe des stabulations par rapport à la classe de référence (établie à partir de 10 notes sur 5 stabulations)

Mise en pratique

La notation de l'état de propreté, qui nécessite moins de 2 minutes par animal, peut être réalisée par des enquêteurs ou des techniciens en même temps que la notation de l'état d'engraissement (RNED Bovin, 1984). Elle doit être pratiquée en tenant compte de la période de vie de l'animal (**période de stabulation**) et à une fréquence à adapter à chaque étude, en privilégiant sans doute le péri-vêlage, période de fragilité maximale de la vache.

Pour éviter les notations aberrantes, il faudra tenir compte des situations accidentelles ou transitoires pouvant influencer sur la propreté (inondation, changement de régime alimentaire...). De la même façon, il est conseillé d'effectuer les notations dans l'heure précédant la traite du soir compte-tenu de l'incidence sur la propreté de la pratique éventuelle de lavage de la mamelle en salle de traite.

Conclusion

La grille de notation que nous proposons permet d'objectiver la propreté des animaux et des stabulations avec une précision assez satisfaisante ; en effet, le coefficient de variation pour la note de l'état de propreté de la stabulation n'excède pas 10 p.100 dans la plupart des cas et les 2/3 des notes attribuées aux individus ne s'écartent pas de plus de ± 0,5 point (sur 8) des notes de

références. Mais 15 p.100 de ces notes individuelles s'éloignant de $\pm 1,5$ point de la note de référence indique qu'une démonstration préalable est nécessaire pour de futurs enquêteurs afin d'homogénéiser leur notation. La grille permet néanmoins de porter un jugement assez objectif sur l'hygiène des stabulations et la propreté des animaux. Elle peut constituer un outil pour les techniciens du Développement, au même titre que l'état d'engraissement, les bilans de fécondité et les bilans sanitaires (BARNOUIN *et al.*, 1982). Dans le cadre de la future enquête éco-pathologique, l'indice de propreté sera d'ailleurs testé au niveau de ses relations avec les problèmes sanitaires et l'état d'engraissement des vaches.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les notateurs, chercheurs, techniciens ou stagiaires qui ont bien voulu nous aider à tester la grille de notation.

Références bibliographiques

BAKKEN G., 1981. A survey of environment and management in Norwegian Dairy herds, with reference to udder diseases. *Acta Agric. scand.*, **31**, 50-69.

BARNOUIN J., BOUVIER A., 1982. L'enquête éco-pathologique continue. 2. Bilan automatisé de pathologie clinique en élevage laitier : un système d'objectivation des problèmes sanitaires. *Bull. tech. CRZV Theix-INRA*, **49**, 69-73.

BARNOUIN J., FAYET J.C., BROCHART M., BOUVIER A., PACCARD P., 1983. Enquête éco-pathologique continue. 1. Hiérarchie de la pathologie observée en élevage bovin laitier. *Ann. Rech. vét.*, **14** (3), 243-249.

BROCHART M., BARNOUIN J., CHASSAGNE M., FAYE B. et FAYET J.C., 1984a. Vaches laitières : contribution des enquêtes éco-pathologiques à l'établissement des programmes sanitaires d'élevages. In : « *Les entretiens de Bourgelat* ». Programme sanitaire d'élevage. Ecole nationale vétérinaire de LYON. Fondation Marcel Mérieux. Tome IV, 43-75.

BROCHART M., BARNOUIN J., FAYET J.C., 1984b. Les mammites dans l'enquête éco-pathologique continue en élevages-observatoires. *Bull. GTV*, **5**, 7-23.

EKESBO I., 1966. Disease incidence in tied and loose housed dairy cattle. *Acta Agric. Scand.*, **15**, 1-74.

NYGAARD A., 1979. Environmental studies in housing for milk production. Meldinger Fra Norges Landbrukshogskole Scientific reports of the Agricultural University of Norway, **58**, 2-63.

RNED Bovin, 1984. Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches Pie-Noires. Ed. ITEB.

Engraissement de bœufs Normands de 2 ans avec de l'ensilage d'herbe ou de maïs

A. MULLER*, J.R. PECCATTE*, P. D'HOUR** et D. MICOL***

* INRA, Domaine du Pin-au-Haras, 61310 Exmès

** INRA, Domaine de Marcenat, 15330 Marcenat

*** INRA-CRZV Theix, Laboratoire de la Production de Viande bovine, 63122 Ceyrat

La production de bœufs abattus en hiver entre 24 et 30 mois correspond à un type de production semi-intensif. Le niveau de croissance de tels animaux, tout en restant modéré jusqu'en début d'engraissement devra être cependant soutenu, ce qui peut être assuré par l'herbe pâturée ou ensilée dans les régions qui disposent des surfaces en herbe nécessaires. Pour la période d'engraissement, il est reproché à l'ensilage d'herbe d'être consommé en quantité insuffisante de sorte que le croît journalier reste inférieur au kilo à moins que l'on apporte une forte complémentarité en énergie. De plus, et malgré l'allongement des durées de finition, les carcasses sont insuffisamment couvertes.

L'ensilage d'herbe a cependant bénéficié ces dernières années d'améliorations techniques importantes : machines de récolte, silos, conservateurs... Son utilisation permettrait de produire économiquement à partir des surfaces prairiales des bœufs abattus relativement jeunes si l'on peut limiter le recours aux aliments concentrés complémentaires.

Afin de préciser ces possibilités, nous avons réalisé au printemps 1980 un ensilage en essayant de faire jouer ensemble tous les facteurs qui permettent une ingestion maximum par les animaux : âge de l'herbe, taux de matière sèche à la récolte, finesse de coupe, qualité de conservation. Au cours de l'hiver suivant, cet ensilage complété à deux niveaux haut et bas par du maïs grain a été distribué à des bœufs Normands âgés d'environ 2 ans en comparaison avec une ration à base d'ensilage de maïs.

Conditions expérimentales

Ensilages

L'herbe ensilée a été récoltée par beau temps sur de bonnes prairies permanentes bas-normandes bien fertilisées au Domaine INRA du Pin-au-Haras (Orne). La coupe a été effectuée les 16 et

17 mai avant le début de l'épiaison, et l'on a procédé à un resuyage de 3 à 5 heures en moyenne avant le ramassage du fourrage par une ensileuse à tambour hacheur équipée d'un distributeur pour l'addition de conservateurs liquides. Le conservateur employé dans ce cas (70 p.100 d'acide formique, 30 p.100 de formol) a été ajouté à raison de 2,2 litres par tonne de vert. Le taux de matière sèche moyen constaté à la récolte a été de 25,7 p.100.

Le maïs-fourrage, de variété LG 11, a été récolté le 15 octobre de la même année à un taux de matière sèche de 28,8 p.100, ce qui est relativement favorable dans cette région où la culture du maïs est difficile.

Animaux

36 bœufs Normands âgés de 22 mois au début du mois de novembre, lors de la sortie du pâturage, ont été répartis en trois lots comparables après une période d'adaptation de 15 jours au cours de laquelle ils ont tous reçu le même ensilage d'herbe et un kilo de maïs grain broyé. Les critères utilisés pour la mise en lots ont été l'âge, le poids vif et le croît antérieur au pâturage. Ils pesaient alors 553 kg en moyenne et leur croît estival avait été de 615 g/jour. Comme le mois d'octobre avait été fortement pluvieux, ils ont été jugés alors plutôt maigres. Pendant l'engraissement, ces bœufs ont été logés en stabulation libre avec aire paillée.

Schéma expérimental et rations d'engraissement

Pendant une première période de 6 semaines, afin de mettre au mieux en évidence l'ingestibilité propre de chaque ensilage,

nous avons distribué aux deux premiers lots d'animaux une même quantité minimum de concentré : au lot 1, 600 g de tourteau de soja 48-50 avec l'ensilage de maïs, et au lot 2, 600 g de maïs grain broyé avec l'ensilage d'herbe. Ces apports devaient permettre de couvrir les besoins azotés et minéraux pour une croissance de 1200 g/jour. Le lot 3 a reçu aussi l'ensilage d'herbe à volonté et une complémentation en maïs grain de 2,5 kg.

Pendant une seconde période de 5 semaines, au cours de laquelle les bœufs étaient encore tous présents, les animaux ont tous reçu 1 kg de maïs grain de plus afin d'accélérer la finition.

Durant une troisième période qui a duré 8 semaines au maximum et sans qu'on ait modifié les rations par rapport à la période précédente, les animaux ont été progressivement envoyés à l'abattoir du CRZV de Theix. Les abattages ont été réalisés par couples pour les lots 1 et 3, et en fonction de l'état d'engraissement pour le lot 2, mais au même poids moyen final que celui des autres lots.

Mesures effectuées

Les ensilages ont toujours été distribués à volonté (4 p.100 de refus en moyenne) ; leur taux de matière sèche a été mesuré chaque semaine sur 2 à 3 échantillons qui ont été conservés après séchage et mélangés en fin d'hiver en vue de réaliser les analyses chimiques. On a opéré de la même manière pour les concentrés à partir d'un seul échantillon hebdomadaire.

Quatre échantillons frais de chaque ensilage ont été prélevés au silo en cours d'hiver ; ils ont été immédiatement congelés puis transportés en conteneur isotherme au CRZV de Theix pour analyse de leurs caractéristiques fermentaires par le Laboratoire des aliments.

L'ingestibilité et la digestibilité des ensilages offerts seuls ont été mesurées sur un même lot de 6 moutons maintenus en cages à bilan pendant près de 4 semaines : 2 semaines d'adaptation et 10 jours de mesure.

Les bœufs ont été pesés deux jours consécutifs lors de la mise en lots, puis 12 jours après en début d'expérience, ainsi qu'avant chaque départ pour l'abattoir. Dans l'intervalle, ils ont été pesés tous les 14 jours (pesée simple). A l'abattage, on a pesé le contenu digestif, les différents gras, l'os canon, les carcasses à chaud et à froid. Différentes mensurations de carcasse en longueur et en épaisseur (faux-filet, cuisse en particulier) ont été effectuées ainsi que la dissection de la 11^{ème} côte totale afin d'estimer la composition de la carcasse.

Résultats

Qualité des ensilages et quantités ingérées (cf. tabl. 1,2, 3 et fig. 1)

Les deux ensilages ont présenté des proportions d'azote soluble inférieures à 50 p.100 et d'azote ammoniacal proches de 5 p.100 ainsi que peu d'acide acétique et peu d'alcools. Ces caractéristiques fermentaires très favorables sont à relier aux bons

niveaux d'ingestion constatés sur les moutons, en particulier dans le cas de l'ensilage d'herbe : 69 g de MS par kg de poids métabolique, contre 59 g de MS pour l'ensilage de maïs ; leurs taux de MS respectifs ont été en moyenne de 25,7 et de 28,5 p.100 (après correction pour les éléments volatils).

TABLEAU 1

Caractéristiques fermentaires des ensilages

NATURE	MAIS	HERBE
pH	3,8	3,8
MAT (g/kg MS)	77	160
N soluble % N total	41,7	47,1
N-NH ₃ % N total	5,5	6,1
Acide lactique (g/Kg MS)	48,0	103,6
Acide acétique (g/kg MS)	12,7	24,4
AGV totaux (g/kg MS)	13,0	26,0
Alcools totaux (g/kg MS)	11,6	7,6
Taux d'éléments volatils [*] (%)	2,6	4,6

* Taux calculé à l'aide des équations de régression cf Annales de zootechnie 1975 - vol.24 n° 4

Malgré son taux de MS assez peu élevé, l'ensilage de maïs a été ingéré en quantités importantes par les animaux du lot 1 : 10 kg de MS en moyenne, alors que leur ration ne comportait que 9 p.100 d'aliments concentrés complémentaires. Au même niveau de complémentation (10 p.100) l'ensilage d'herbe a été moins bien consommé : 9 kg de MS en moyenne sur la durée de l'engraissement pour les bœufs du lot 2 (bas niveau en concentré).

L'apport de 1,6 kg de MS de maïs grain en plus au lot 3 (haut niveau) soit 23 p.100 de concentré dans la ration totale, n'a fait diminuer l'ingestion d'ensilage d'herbe que de 0,33 kg de MS.

Le taux de substitution du concentré à l'ensilage d'herbe apparaît ici particulièrement faible : $s = 0,21$. Mais l'augmentation du niveau de concentré a permis d'atteindre des quantités totales ingérées (11,3 kg de MS) comparables à celles observées avec l'ensilage de maïs moins complétement (11,1 kg de MS).

L'évolution des quantités ingérées en cours d'expérience n'a pas été identique pour les 3 lots. Par rapport à la période I, l'apport d'un kg de maïs grain en plus au cours de la période II n'a pas fait baisser les quantités de maïs ensilé ingéré par le lot 1 ; celles-ci ont ensuite diminué de 15 p.100 en période III.

Il semble qu'après la mise en lots la substitution, pourtant progressive sur 1 semaine, du maïs ensilé à l'herbe ensilée n'ait pas été bien acceptée par ces animaux, et qu'il se soit passé 3 semaines (1 de transition et 2 de mesures) avant que l'ensilage de maïs ait été ingéré normalement. En période III, la baisse continue de l'ingestion du maïs ensilé pourrait s'expliquer par le fait que les animaux les moins performants de ce lot ont été abattus les derniers.

TABLEAU 2
Valeur des aliments

NATURE	ENSILAGE DE MAÏS	ENSILAGE D'HERBE	TOURTEAU DE SOJA	MAÏS GRAIN CONCASSE
Taux de MS*	28,5	25,7	87,1	86,2
<i>Composition chimique (% MS)</i>				
- Matières minérales	5,0	10,8	7,5	1,4
- Matières azotées totales	8,0	14,0	55,5	10,7
- Cellulose brute	20,7	25,3	3,7	1,6
<i>Mesures effectuées sur moutons</i>				
- Digestibilité de la matière organique (%)	70,8	76,2	-	-
- Ingestibilité (g MS/kg P 0.75)	59,0	68,9	-	-
<i>Valeurs énergétiques et azotées (par kg MS)</i>				
- UFV	0,79	0,81	1,19	1,28
- PDIN (g)	50	83	385	80
- PDIE (g)	72	83	285	116

* Le taux de MS est le taux moyen observé en cours d'expérience; pour les ensilages, il est corrigé pour la perte des éléments volatils à l'étuve

TABLEAU 3
Quantités de MS ingérées par les bœufs

TRAITEMENT		1 = ENSILAGE DE MAÏS	2 = ENSILAGE D'HERBE	3 = ENSILAGE D'HERBE
Niveau de concentré		Bas	Bas	Haut
<i>Ensemble des périodes (kg MS/j)</i>				
Ensilage		9,98	8,99	8,66
Concentré : Tourteau soja		0,98		
Maïs grain			1,04	2,63
Minéraux		0,12	0,04	0,04
Ration totale		11,08	10,07	11,33
Ensilage en % du poids vif		1,63	1,48	1,41
Ration totale " "		1,81	1,65	1,84
<i>Quantités rapportées au Kg P^{0.75}</i>				
Ensilage	période I	83,4	77,5	74,2
	période II	83,8	70,8	67,5
	période III	70,4	71,1	67,2
	ensemble expérience	81,0	73,3	70,3
Ration totale	période I	88,7	82,1	92,7
	période II	95,6	82,2	91,7
	période III	81,9	82,4	91,2
	ensemble expérience	90,0	82,1	91,7

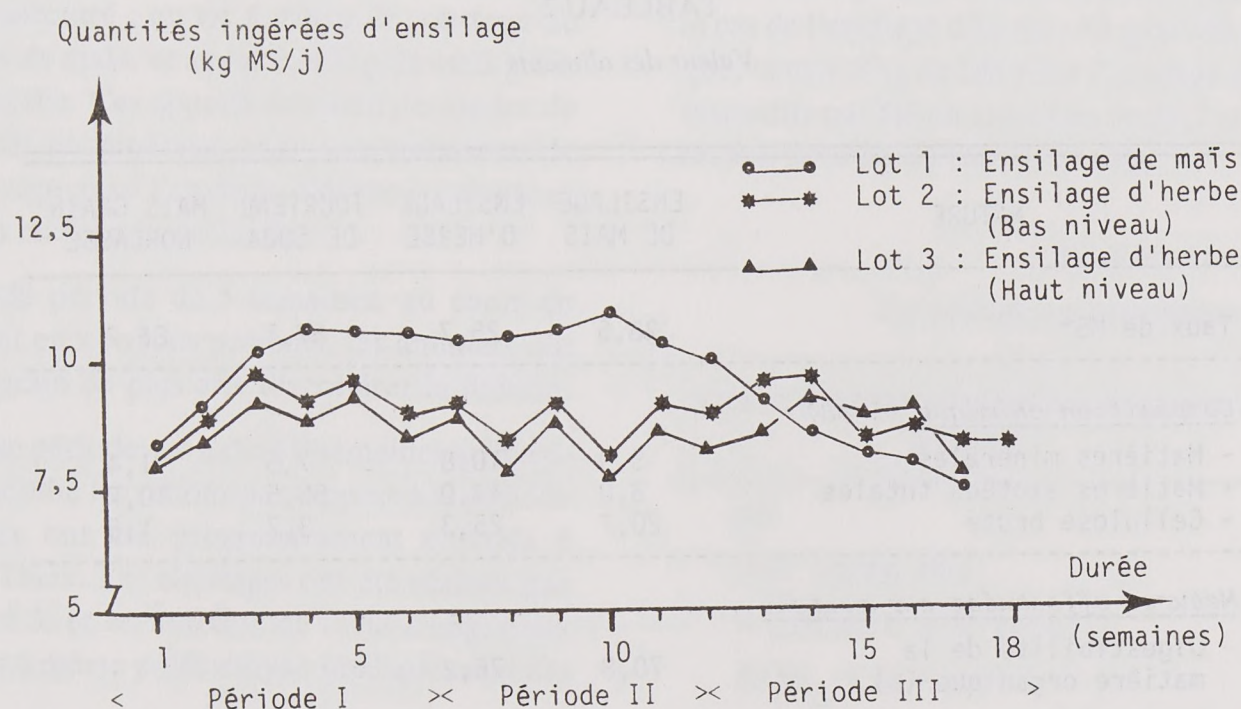


FIG. 1 : Evolution des quantités ingérées d'ensilage

Au contraire, le même apport d'1kg de maïs grain supplémentaire a fait diminuer de près de 10 p.100 l'ingestion d'ensilage d'herbe en périodes II et III quel que soit le niveau du concentré dans la ration. De plus, on observe que l'ingestion totale de MS rapportée au poids métabolique qui ne varie pas en cours d'expérience tant pour le lot 2 (82 g) que pour le lot 3 (92 g), alors que dans le cas du lot recevant le maïs ensilé, elle varie selon la période de 82 à 96 g.

Valeur d'encombrement des ensilages et capacité d'ingestion des bœufs

A partir de leur ingestibilité mesurée sur les moutons, nous avons estimé la valeur d'encombrement des ensilages de maïs (1,13 UEB) et d'herbe (1,05 UEB) puis à l'aide des équations de régression du système des UEB (cf. BT du CRZV n° 38 et 39) celle du concentré apporté à chaque lot. Sur l'ensemble de l'expérience, la capacité d'ingestion des animaux ressort alors respectivement à 11,7, 9,9 et 10,8 UEB pour les lots 1, 2 et 3.

Il est donc probable que la valeur d'encombrement de cet ensilage d'herbe pourtant d'excellente qualité est ainsi sous-estimée. Comme l'ensilage de maïs est (toutes proportions gardées) moins variable que l'herbe et que sa valeur UEB dans l'expérience est égale à la moyenne admise pour cet aliment, nous avons pris comme capacité d'ingestion de ces jeunes bœufs celle du lot 1 et recalculé la valeur d'encombrement de l'ensilage d'herbe en déduisant le concentré, dans le cas du lot 2 elle est alors de 1,24 UEB et dans le cas du lot 3 de 1,27 UEB, soit en moyenne 1,25 UEB. Cette valeur nous paraît plus conforme aux conditions de l'expérience, et en particulier à la très faible substitution à l'ensilage d'herbe observée pour le concentré.

Croissance et efficacités alimentaires (cf. tabl. 4 et 5 et fig. 2)

La durée moyenne d'engraissement pour les 3 lots a été de 105 jours, soit presque 4 mois en incluant la phase de transition.

Il a fallu 17 jours de plus au lot 2 (bas niveau de concentré) pour atteindre au départ pour l'abattoir le même poids vif que les 2 autres lots, lesquels ont eu la même durée d'engraissement (99 jours) et des poids d'abattage comparables (665-668 kg).

Les gains de poids vif journalier ont donc été très voisins entre les lots 1 et 3 (1170 à 1180 g).

Celui du lot 2, plus faible de 190 g soit 17 p.100, atteint cependant presque 1000 g/j.

A partir des digestibilités mesurées sur les moutons et des équations de prévision de la valeur énergétique (INRA, 1978), nous pouvons estimer les quantités d'énergie ingérées à 9,1 - 8,6 et 10,4 UFV respectivement pour les lots 1, 2 et 3, alors que les apports recommandés sont de 9 UFV pour un croît de 1000 g/j et de 10 UFV pour 1200 g/j. L'ensilage de maïs a donc été très bien valorisé (0,89 UFV/kg de MS) par les animaux du lot 1, ce qui peut résulter du bas niveau de la complémentation apportée. Il en est de même dans le cas du lot 2 pour l'ensilage d'herbe : 0,86 UFV/kg de MS, mais pas au même degré pour le lot 3 qui a reçu plus de concentré (0,78 UFV/kg de MS).

En rapportant les quantités d'énergie ingérées par les bœufs aux gains de poids vif réalisés, on voit que les efficacités alimentaires des 2 lots recevant l'ensilage d'herbe sont très voisines. 114 et 113 g de gain par UFV respectivement pour les lots 2 et 3. En revanche, les animaux qui ont reçu l'ensilage de maïs ont eu une meilleure efficacité : 130 g de gain par UFV.

Résultats d'abattage et composition des carcasses (cf. tabl. 6)

A l'abattage, les rendements et les poids de carcasse ont peu différé avec la nature des rations d'engraissement ; le lot 3 a toutefois fourni des carcasses plus légères de 2 kg en moyenne. Les carcasses des animaux du lot 2, qui avaient reçu l'ensilage d'herbe et le bas niveau de concentré ont présenté des dépôts adipeux plus faibles et un peu plus de muscles ; les épaisseurs muscu-

TABLEAU 4

Poids et gains de poids des bœufs

TRAITEMENT	1 = ENSILAGE DE MAÏS	2 = ENSILAGE D'HERBE	3 = ENSILAGE D'HERBE
Niveau de concentré	Bas	Bas	Haut
Poids à la mise en lots (kg)	552,5 ±51,0	553,2 ±56,0	552,5 ±46,5
Poids en début d'expérience (kg)	561,5	562,0	561,5
Poids fin période II (à 70 j)(kg)	651,2	634,5	648,5
Poids moyen départ abattoir (kg)	668,0 ±48,0	666,0 ±58,5	665,5 ±38,5
Durée d'engraissement (j)	99	116	99
Gain de poids vif à 70 j (g/j)	1281	1035	1243
Gain de poids vif en expérience (g/j)	1178	982	1170

TABLEAU 5

Apports alimentaires des rations

TRAITEMENT	1 = ENSILAGE DE MAÏS	2 = ENSILAGE D'HERBE	3 = ENSILAGE D'HERBE
Niveau de concentré	Bas	Bas	Haut
Apports UFV/j	9,08	8,59	10,39
Apports PDIN/j	722	829	929
Apports PDIE/j	900	839	998
Recommandations pour	1200 g/j	1000 g/j	1200 g/j
- en UFV	10	9	10
- en PDI	690	660	690

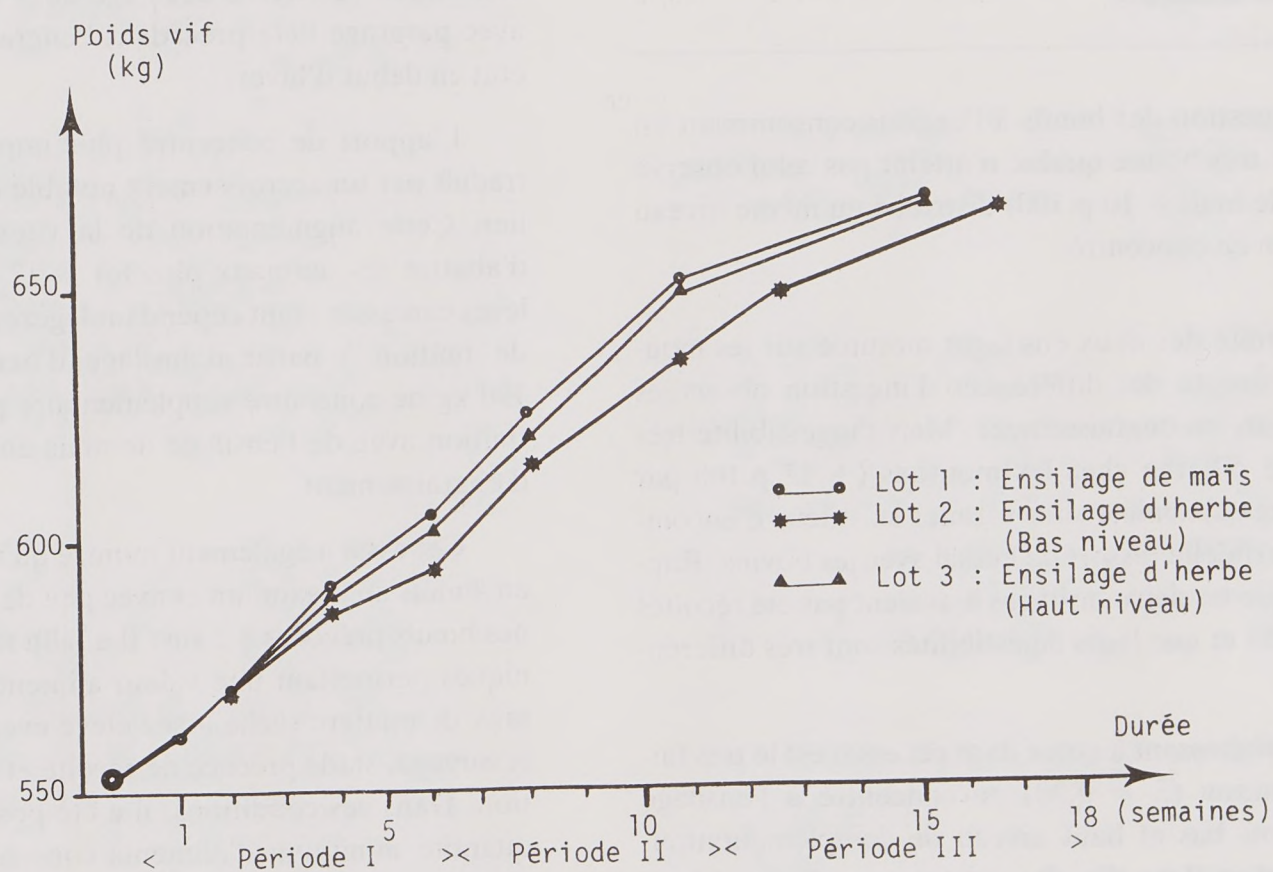


FIG. 2 : Evolution du poids vif des animaux

TABLEAU 6
Résultats d'abattage et composition corporelle

TRAITEMENT	1 = ENSILAGE DE MAÏS	2 = ENSILAGE D'HERBE	3 = ENSILAGE D'HERBE
Niveau de concentré	Bas	Bas	Haut
Poids moyen départ abattoir (kg)	668,0	666,0	665,5
Poids vif vide (kg)	562,2	560,7	563,9
Part du contenu digestif (p.100)	15,8	15,8	15,3
Poids de carcasse froide (kg)	362	364	361
Rendement : $\frac{\text{Poids de carcasse froide}}{\text{Poids vif final}}$ (%)	54,2	54,6	54,2
Rendement vrai (%)	64,4	64,9	64,0
<i>Composition corporelle</i>			
Dépôts adipeux dans la carcasse (p.100)	20,4	18,4	20,2
Muscles dans la carcasse (p.100)	65,0	66,9	65,2
Dépôts adipeux totaux (p.100 du poids vif vide)	18,1	15,8	17,5
<i>Mensurations</i>			
Epaisseur de la cuisse (cm)	28,3	28,5	28,4
Epaisseur du faux filet (cm)	7,8	8,3	7,8

lares mesurées sur ces animaux ont été voisines ou légèrement plus importantes que chez les bœufs des autres lots. Au contraire, les carcasses fournies par ces derniers ont été jugées plutôt trop grasses et auraient justifié commercialement un abattage plus précoce.

Critique et conclusion

Le niveau d'ingestion des bœufs à l'engrais consommant un ensilage d'herbe de très bonne qualité n'atteint pas celui observé avec de l'ensilage de maïs (- 10 p.100) distribué au même niveau de complémentation en concentré.

Ainsi l'ingestibilité des deux ensilages mesurée sur les moutons ne rend pas compte des différences d'ingestion observées dans le cas des bœufs en engraissement. Mais l'ingestibilité très élevée de l'ensilage d'herbe chez les moutons (+ 17 p.100 par rapport à celle du maïs) semble sous-estimer sa valeur d'encombrement réelle telle qu'elle ressort de l'essai avec les bovins. Rappelons cependant que les deux ensilages n'avaient pas été récoltés au même taux de MS et que leurs digestibilités sont très différentes.

Le fait le plus intéressant à noter dans cet essai est le très faible taux de substitution ($S = 0,20$) du concentré à l'ensilage d'herbe entre les lots bas et haut niveau de complémentation. Ainsi les quantités d'ensilage d'herbe ont très peu diminué lorsque les bœufs ont reçu 1,6 kg MS de concentré en plus ; ils ont

ingéré 1,8 UFV de plus et leur efficacité alimentaire est restée au même niveau. En général, le taux de substitution du concentré à un ensilage d'herbe de très bonne qualité est beaucoup plus élevé ; il dépasse souvent la valeur de 0,60 dans les essais réalisés avec des taurillons (C. MALTERRE, 1977).

La capacité d'ingestion élevée des jeunes bœufs utilisés dans l'expérience peut provenir de leur passé au cours duquel ils ont consommé de l'herbe dès l'âge de 3-4 mois, de leur mode de vie avec pâturage l'été précédant l'engraissement, ainsi que de leur état en début d'hiver.

L'apport de concentré plus important avec l'ensilage s'est traduit par un accroissement notable du gain de poids vif journalier. Cette augmentation de la vitesse de croissance a permis d'abattre les animaux plus tôt (- 17 jours) au même poids vif, leurs carcasses étant cependant légèrement trop grasses. Ce mode de finition à partir d'ensilage d'herbe a cependant nécessité 190 kg de concentré supplémentaire par animal par rapport à la finition avec de l'ensilage de maïs en retenant une même durée d'engraissement.

Cet essai a également montré qu'il était possible d'engraisser en 4 mois au maximum et avec peu de concentré, 150 kg, des jeunes bœufs précoces à 2 ans. Il a fallu rassembler les facteurs techniques permettant une valeur alimentaire maximum d'ensilage ; taux de matière sèche assez élevé éventuellement obtenu par un ressuyage, stade précoce de récolte et bonne qualité de conservation. Dans ces conditions, il a été possible d'avoir recours à une quantité minimum d'aliments concentrés en finition et de produire des bœufs gras abattus vers 2 ans en utilisant presque exclusivement de l'herbe pâturée ou ensilée.

Références bibliographiques

ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1974. Valeur alimentaire de l'ensilage de maïs. *Ann. Zootech.*, **23**, 1-43.

INRA, 1980. Le système des unités d'encombrement pour les bovins. *Bull. tech. CRZV Theix-INRA*, **38**, 57-79.

INRA, 1981. *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. Ed. INRA publications, Route de St Cyr, 78000 Versailles.

MALTERRE C., 1977. Utilisation d'ensilages d'herbe pour l'engraissement de taurillons Frisons. *Fourrage*, **69**, 115-133.

En zone herbagère charolaise, les éleveurs se retrouvent en condition difficile, malgré leurs efforts techniques et de modernisation

Situation 1983 et évolution sur courte et longue périodes d'un groupe d'élevages de la Nièvre (1971, 1978, 1983) et de la Creuse (1981, 1983)

M. LHERM, D. BEBIN, G. LIENARD et J. MARZIN

Laboratoire de Recherches sur l'Economie de l'Elevage

L'élevage allaitant est un élément d'équilibre des productions bovines. L'arrêt de l'expansion laitière va entraîner son développement dans certaines exploitations des zones laitières qui auront choisi la reconversion viande, en particulier avec l'élevage allaitant. Cela ne sera pas sans conséquence pour les éleveurs spécialisés depuis longtemps dans ces systèmes de production, et qui sont majoritairement encore situés dans les différentes zones défavorisées françaises, régions moins aisément intensifiables que celles où se sont développés les systèmes laitiers. La réduction des effectifs de vaches laitières a aussi une conséquence conjoncturelle directe sur le prix des diverses catégories de bovins de boucherie et d'élevage depuis le milieu de l'année 1984. Mais il faut observer que cela ne fait que s'ajouter à des difficultés spécifiques et prévisibles du marché, consécutives au déséquilibre européen de l'offre et de la demande en viande bovine, et dont les premiers effets se sont déjà faits sentir dès 1983.

On le constate clairement avec le retournement qui s'est produit dans l'évolution des résultats économiques du groupe d'élevages allaitants charolais que nous suivons dans les zones herbagères de la Nièvre et de la Creuse (1). Ces élevages sont pourtant situés en conditions structurelles et techniques favorables pour pratiquer ce système de production, compte tenu des difficultés culturelles qui caractérisent ces régions.

(1) Etude menée en collaboration avec les Services Etudes et Développement de la Chambre d'Agriculture et l'E.D.E. de la Nièvre - avec la Coopérative des Producteurs de Bovins de la Creuse (C.P.B.C.), le Service Economie-Gestion de la Chambre d'Agriculture de la Nièvre et l'E.D.E. de la Creuse, et en relation avec l'ITEB.

(2) L'étude concerne 59 élevages Nivernais mais deux sont exclus de l'échantillon constant car provenant d'une exploitation qui s'est scindée en 1980.

Nous présentons ici la situation 1983 et l'évolution récente de ce groupe d'élevages dont les résultats ont déjà fait l'objet de précédentes publications (voir bibliographie). L'échantillon est resté identique pour la Creuse depuis 1981 (30 élevages) ; il s'est légèrement modifié pour la Nièvre (57 élevages (2) au lieu de 60 en 1982, dont 23 suivis depuis 1971).

La campagne 1983 a été *climatiquement très difficile* pour les productions fourragères et mêmes céréalières. On doit rappeler les conséquences parfois dramatiques du printemps froid et très pluvieux en avril et mai dans ces régions où beaucoup de sols drainent mal : prairies saccagées par le piétinement des animaux, déficit de croissance à une période essentielle de production et non rattrapable, perte de pousse dans les prairies de fauche, handicap pour les semis de maïs pas toujours réalisés à temps, parfois inondation complète de prés en bord de rivière, véritable désastre pour certaines exploitations. Si juin a été très favorable, l'été a été sec et a prolongé le déficit fourrager, et seuls les animaux hivernés ont pu profiter de l'automne clément. Cela a beaucoup marqué les performances pondérales des animaux vendus au cours de la saison d'herbe. A cela, se sont ajoutées les conséquences du renversement de la conjoncture bovine (fig. 1).

I. L'agrandissement se poursuit, mais la main-d'œuvre familiale revient (tabl. 1)

Comme auparavant, la surface moyenne des exploitations de la Nièvre s'accroît encore légèrement (+ 2,1 ha). Dans le groupe

TABLEAU 1
Les moyens de production

Echantillon	NIEVRE (57 expl.)					CREUSE (30 expl.)		
Année	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
<u>1) - LA TERRE</u>								
S.A.U. (ha)	113,5	115,3	118,7	120,3	122,4	82,7	84,4	83,5
Fermage (%) (5)	69,9	70,6	72,0	73,3	72,7	40,2	41,2	40,5
Céréales + A.C.V. % SAU (1)	22,1	22,2	23,1	22,9	21,1	16,8	17,8	15,9
S.T.H. % S.F.P.	83,6	83,4	83,0	82,2	80,3	55,7	58,7	58,0
N - P - K / ha SAU	41-56-34	45-57-35	45-53-34	46-55-37	48-55-37	31-51-26	31-59-28	40-59-34
<u>2) - LE TRAVAIL</u>								
U.T.H.	1,91	1,98	1,98	1,94	1,98	2,02	2,01	2,04
Salariés (%)	26,2	26,3	24,2	22,2	22,2	8,4	8,4	9,3
<u>3) - LE CAPITAL * (F/ha SAU)(2)</u>								
Animaux	4 966	5 112	6 395	7 382	7 699	6 742	7 799	8 513
Matériel	1 016	959	1 197	1 247	1 475	1 398	1 703	2 024
Bâtiment	737	831	1 025	1 024	1 132	1 517	1 426	1 643
TOTAL	6 719	6 902	8 617	9 653	10 306	9 657	10 928	12 180
Indice **	100	93	90	90 100	88 97	100	101 100	103 102
<u>4) - LE TROUPEAU</u>								
U.G.B. Bovins	92,7	94,8	97,4	100,8	105,6	74,0	79,3	81,4
dont : U.G.B. Vaches (3)	40,9	41,5	43,9	45,3	47,2	37,1	38,8	40,5
U.G.B. Elèves mâles	20,9	22,6	22,1	23,1	24,1	11,2	12,8	12,5
U.G.B. Ovins	6,1	7,0	8,2	8,3	8,1	2,3	2,1	2,1
TOTAL UGB (4)	99,0	102,1	105,8	109,5	114,1	76,6	81,6	83,7
<u>5) - PRODUCTIVITÉ PHYSIQUE</u>								
<u>DU TRAVAIL</u>								
Nombre S.A.U./U.T.H. (ha)	59,3	57,8	60,9	63,0	62,6	42,7	43,5	42,1
Nombre U.G.B./U.T.H.	52,2	51,8	54,0	57,1	57,9	40,1	42,6	42,4
Nombre vaches/U.T.H.	25,3	24,9	26,5	27,9	28,0	22,7	23,9	24,0

* Francs courants

** Indice francs constants : base 100 = 1978 pour la Nièvre et 1981 pour la Creuse
ou |base 100 1982 pour l'ensemble|

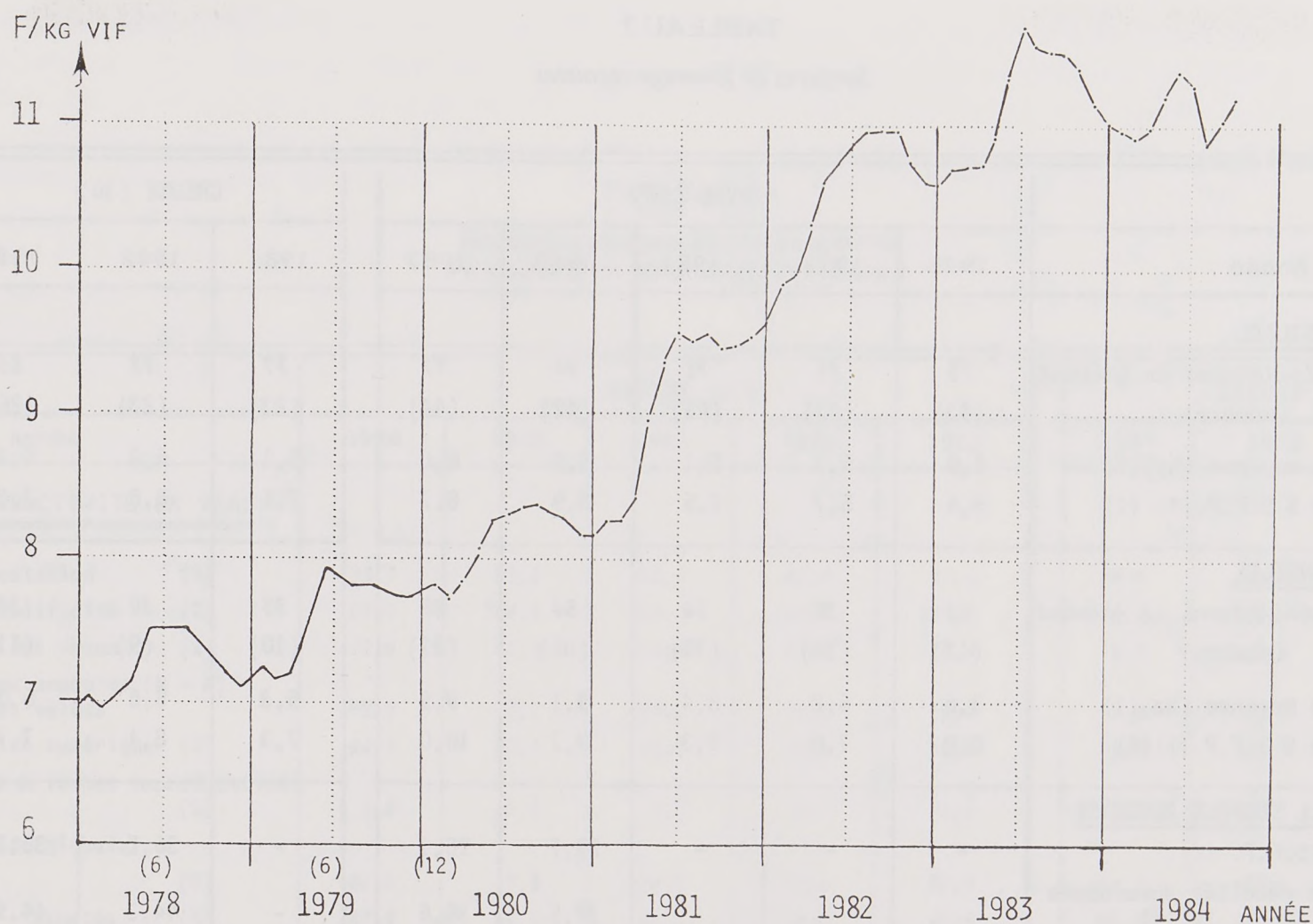
(1) A.C.V. = Autres Cultures de Vente (maïs grain, colza, etc...)

(2) Capital "réduit"

(3) Vaches Charolaises : 0,86 U.G.B. (1 avec le veau jusqu'à 9 mois) ; vaches laitières : 0,90 U.G.B.

(4) Bovins + Ovins + Chevaux

(5) Y compris les "achats d'herbe".



(Source : Cotations EUROPA, de l'ONIBEV, d'après S.C.E.E.S.)

FIG. 1 : Evolution des cours des gros bovins de boucherie
Moyenne mensuelle des cotations sur les marchés de référence
(moyenne pondérée nationale)
en francs courants

Creuse, la perte de 31 ha par une exploitation masque une faible augmentation dans les autres. Il faut noter la grande différence dans la proportion de fermage entre les deux échantillons, qui reflète des tendances régionales marquées, et qui n'est pas dépourvue de conséquences (73 p.100 de fermage en Nièvre et 40 p.100 en Creuse).

Il faut remarquer l'arrêt de la diminution de la main-d'œuvre, qui s'observe régulièrement depuis une longue période. Ainsi, le groupe de 23 élevages comptait 2,31 U.T.H. en 1971, 2,00 en 1978, 1,83 en 1982 et il y a une reprise en 1983 avec 1,88. Cela provient du retour de certains jeunes dans les exploitations, car la main-d'œuvre salariée se réduit toujours : retour définitif pour certains, en vue de succéder à leurs parents déjà âgés - retour sans doute temporaire pour d'autres, dans l'attente d'un emploi hors de l'exploitation. La surface disponible par U.T.H. diminue légèrement. Si on ne peut encore parler de rupture de tendance, le fait est significatif.

La légère réduction de la proportion des cultures de vente observée en 1983 provient davantage des difficultés de semis des céréales de printemps dans certains secteurs en raison de l'humidité que d'une réelle évolution. En revanche, le troupeau bovin continue à s'accroître en moyenne, dans la poursuite de la reprise des années précédentes, de près de 5 p.100 en Nièvre et 3 p.100 en Creuse. Mais cela est compensé par le supplément de main-d'œuvre et le nombre d'U.G.B. par U.T.H. reste pratiquement stable, ce qui est nouveau.

Le capital d'exploitation continue à s'accroître, de près de 7 p.100 en Nièvre (moins que l'inflation) et de 11 p.100 en Creuse. L'augmentation du capital cheptel (4 et 9 p.100 respectivement) correspond presque entièrement à celle des quantités puisque les valeurs ont peu progressé cette année (0 à 3 p.100 selon les catégories). En revanche, la valeur du matériel augmente fortement (+ 19 p.100 dans les 2 départements) à la suite d'achats qui s'étaient déjà amorcés en 1982. On y reviendra. Le capital bâtiment progresse aussi (11 et 15 p.100), en particulier dans certains élevages dont les Plans de Développement sont en cours de réalisation ou d'achèvement (31 p.100 des élevages en Nièvre et 43 p.100 en Creuse).

II. Changements progressifs dans l'exploitation de la surface fourragère et du troupeau bovin

1. La surface fourragère (tabl. 1, 2, 3)

L'importance de la prairie permanente montre bien les difficultés culturales de ces zones, plus encore en Nièvre (avec 80 p.100 de S.T.H. dans la S.F.P.) qu'en Creuse (58 p.100) où les sols légers sont plus fréquents. Elle tend néanmoins à se réduire progressivement au profit des fourrages cultivés, prairie temporaire principalement. En 1983, on note une progression des surfa-

TABLEAU 2
Surfaces de fourrage récoltées

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
MAIS ENSILAGE								
% d'exploitations en faisant (nombre)	75 (43)	75 (43)	72 (41)	74 (42)	77 (44)	77 (23)	77 (23)	83 (25)
Surface moyenne (ha)(1)	5,0	5,1	5,1	5,5	6,6	5,1	4,8	5,3
Surface % S.F.P. (1) (2)	5,6	5,7	5,5	5,9	6,7	7,1	6,6	7,3
HERBE ENSILEE								
% d'exploitations en faisant (nombre)	21 (12)	30 (17)	54 (31)	54 (31)	47 (27)	33 (10)	30 (9)	37 (11)
Surface moyenne (ha)(1)	5,6	6,2	8,4	9,1	9,5	5,3	5,6	6,0
Surface % S.F.P. (1) (2)	6,8	7,0	9,3	9,7	10,0	7,3	8,1	7,7
ENSEMBLE SURFACE RECOLTEE								
Foin % S.F.P. (2)	-	-	-	27,7	26,1	-	36,2	35,3
Surface récoltée développée % S.F.P. (2) (3)	-	-	-	37,5	36,6	-	44,3	44,9

(1) par exploitation en ayant

(2) moyenne pondérée

(3) foin + ensilage (herbe + maïs), 1ère + 2e coupes.

ces de maïs récoltées en ensilage et du nombre d'élevages concernés ; en contrepartie les surfaces récoltées en grain sont réduites (tabl. 6), ceci afin de compenser une récolte déficitaire en ensilage d'herbe et en foin. Certains éleveurs n'ont pas pu réaliser d'ensilage d'herbe, mais les surfaces mises en jeu progressent toujours chez les autres.

La fertilisation minérale de la S.F.P. évolue lentement, avec un peu plus d'azote en Nièvre et surtout en Creuse, et une progression de la potasse, dont les besoins commencent à être mieux appréciés par les éleveurs, parallèlement au maintien de l'acide phosphorique.

On a vu que malgré l'année difficile, la croissance du troupeau s'était poursuivie. Mais cela s'est fait en Nièvre à chargement maintenu (1,19) et surface fourragère légèrement étendue, alors qu'en Creuse, le chargement s'améliore encore de 0,01 pour s'établir aussi à 1,19, rattrapant en 3 ans un écart anormal par rapport à la Nièvre compte tenu de la surface et de la main-d'œuvre.

Ces chargements peuvent paraître modestes, mais ils doivent être appréciés en tenant compte des conditions de milieu. Ils sont d'ailleurs supérieurs à la moyenne départementale ou régionale (qui est inférieure à 1 selon J. DOLBEAU). Une progression est possible, et quelques élevages atteignent ou dépassent 1,50 U.G.B. par ha S.F.P. (4 en Nièvre, 3 en Creuse). Mais il s'agit d'exploitations qui ont une surface par U.T.H. nettement plus faible que la moyenne. On retrouve d'ailleurs dans l'échantillon une relation négative bien connue entre le chargement et la sur-

face fourragère par U.T.H. (r : -0,25 à -0,37 selon les années et pour les 89 exploitations, avec des liaisons d'ailleurs plus fortement marquées dans les systèmes maigres que dans les systèmes engraissement). De plus, dans le cas de la Nièvre, les exploitations les plus chargées ont une très forte proportion de leur S.A.U. drainée depuis plusieurs années (67, 83 et 97 p.100) et une n'en a pas besoin. La relation entre drainage et chargement est d'ailleurs nette puisque la moyenne des 9 exploitations de la Nièvre qui ont drainé significativement (plus de 25 p.100 de la S.A.U.) est de 1,33 contre 1,17 pour les autres (ce qui inclut des exploitations ayant peu besoin de drainage) ; et l'écart est du même ordre pour la production (303 kg de viande « autonome » produite par ha S.F.P., c'est-à-dire déduction faite du poids nécessaire pour payer le concentré, contre 271 kg) et pour les résultats économiques (3710 F de marge par ha S.F.P. contre 3208 F).

2. Productivité du troupeau de mères et dates de vêlages (tabl. 4)

La production globale en veau se maintient en Nièvre à près de 80 p.100 - malgré une baisse du taux de gestation, le printemps 1982 avait déjà été froid - grâce à une diminution de la mortalité des veaux. En Creuse, les résultats s'améliorent encore et deviennent bons en moyenne, avec un taux de productivité globale de près de 85 p.100, grâce à une mortalité nettement plus faible, un taux de gestation très correct et une diminution constante de la proportion de vaches improductives, qui traduit une bonne gestion du troupeau.

TABLEAU 4

Résultats techniques du troupeau bovin
Productivité en veau, vêlages et réforme

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
A) - PRODUCTIVITÉ EN VEAU (1)								
Taux de gestation (%)	93,7	91,8	92,4	92,4	91,6	94,4	95,0	94,7
de prolificité (%)	103,0	104,6	103,2	103,1	103,5	103,0	102,3	102,5
Mortalité des veaux (%)	11,0	12,3	10,3	11,1	10,4	8,2	7,8	7,4
Nb de veaux produits (N + A) % vaches vêlées	92,9	93,1	94,0	93,2	94,0	95,6	95,9	95,2
Productivité numérique (%)	84,9	83,5	84,9	83,7	84,2	88,3	88,3	89,1
Proportion de vaches improductives (%)	3,8	5,0	6,2	6,1	6,5	7,9	6,1	5,4
Productivité globale :								
nés (%)	81,6	79,3	79,7	78,6	78,7	81,3	83,2	84,3
nés + achetés (%)	82,8	80,5	80,9	79,9	79,8	82,2	84,0	84,6
B) - VÊLAGES (2)								
- Nombre moyen	48,2	48,9	52,4	53,8	54,9	42,1	44,3	46,9
- Date moyenne	13/3	19/3	12/3	7/3	8/3	18/3	13/3	12/3
dont : primipares	28/2	1/3	27/2	21/2	15/2	7/3	28/2	20/2
adultes	18/3	25/3	16/3	11/3	15/3	21/3	17/3	18/3
- Répartition (%) Janvier - mars	70	66	70	70	71	70	73	76
Avril - mai	23	28	23	23	21	24	22	20
Juin - sept.	5	6	6	5	4	6	5	4
- Intervalles entre vêlages (j.)								
. zootechnique (3)	376	382	371	369	375	368	370	372
. économique (4)	377	385	374	370	378	374	373	376
(dont 1er -2e vel.)	(390)	(403)	(392)	(386)	(398)	(398)	(385)	(386)
C) - RÉFORME (2)								
Taux de réforme (%)		22,5	21,1	19,9	21,5	19,6	19,4	20,1
Taux de renouvellement								
. global (%)		25,3	27,1	26,1	24,8	24,0	24,6	26,4
. vrai (%)		22,9	24,3	23,4	22,7	22,0	22,8	24,5
Taux d'accroissement du troupeau de mères (annuel) (%)		+ 0,5	+ 4,3	+ 4,5	+ 1,6	+ 3,1	+ 4,8	+ 5,8

(1) Ensemble du troupeau (charolais + croisé + laitier) (le troupeau charolais représente plus de 97 % des vêlages)

(2) Charolais seulement

(3) Ne comprennent que les multipares ayant vêlé sur les 2 campagnes successives

(4) Comprendent les multipares ayant "sauté" une campagne de vêlage.

Les vèlages s'étaient nettement avancés en 1982, dans les deux départements, en partie sous l'influence des conditions climatiques lors de la mise à l'herbe 1981 (cf. analyse 1982). On pouvait craindre un retard en 1983. Il n'en est rien, un jour de perdu en moyenne en Nièvre, un jour de gagné en Creuse, où les vèlages restent un peu plus tardifs (12 mars contre 8 mars). En réalité, les multipares se sont effectivement retardées, avec un intervalle entre vèlages (zootechnique) de 375 à 372 jours en Nièvre et Creuse, dû essentiellement aux décalages des seconds vèlages beaucoup plus sensibles (398 et 386 jours). Mais les primipares ont vêlé plus tôt (+ 6 jours et + 8 jours) témoignant de la poursuite des efforts techniques sur ce point essentiel. Cela se retrouve aussi dans la répartition des vèlages avec une diminution des mises-bas d'avril et mai et surtout des mises-bas très tardives au-delà du 31 mai.

Au total donc, on peut considérer que la conduite du troupeau de mères s'est globalement améliorée.

L'accroissement des effectifs de vaches qui avait été fort en 1981 et 1982 s'est ralenti en Nièvre tout en demeurant positif (+ 1,6 p.100), avec plus de réforme et moins de renouvellement. En réalité, ce ralentissement provient de quelques exploitations où il y a diminution du cheptel de mères pour diverses raisons - réduction de la main-d'œuvre familiale (par départ en retraite) réalisée ou prévue, - changement de système (par engraissement avec achat), - difficultés financières (achat de foncier ou très faible revenu 1984) ; les autres exploitations augmentent le nombre de vaches de 3,7 p.100. En Creuse, l'accroissement du troupeau de mères se poursuit aussi et s'accélère même (+ 5,8 p.100), grâce à un fort renouvellement. Ceci laisse présager une nouvelle croissance, malgré les difficultés.

3. Les changements dans la destination des veaux amorcés en 1981, confirmés en 1982, se maintiennent en 1983 avec une tendance à l'augmentation de l'engraissement (série des tabl. 5)

La production de maigre reste dominante dans le groupe Nièvre (3) mais elle diminue peu à peu au profit de l'engraissement, qui concerne presque uniquement les mâles : ainsi, 41 p.100 des mâles vendus en 1983 ont été engraisés, contre un tiers en 1979, et en valeur la proportion passe de 43 à près de 52 p.100. *Cette augmentation provient exclusivement des jeunes taureaux de boucherie de 23-24 mois et des bœufs d'auge rajeunis de 24-27 mois*, phénomène amorcé en 1979 et qui s'accélère depuis 1982 - en partie sous l'influence incitative des contrats d'élevage et en partie du fait des possibilités d'allourdissement des bœufs rajeunis (voir plus loin). Ce type d'engraissement se fait au détriment des bœufs de boucherie plus âgés de 32 à 38 mois, et des maigres de 18 mois. En revanche, la production de broutard se maintient après un accroissement sensible entre 1978 et 1981. En 1984/85, une nouvelle tendance s'amorcera avec l'apparition de l'engraissement de taurillons de 16-20 mois à l'auge et parfois après passage à l'herbe, dans quelques exploitations.

(3) En 1983, sur 59 élevages, 9 vendent des broutards en destination principale des mâles, 11 des 18 mois maigres, 3 des maigres de 22-24 mois, 5 des châtions maigres de 30 mois et 2 des maigres divers, 8 des taureaux de boucherie de 2 ans, 6 des bœufs de 2 ans, 3 des bœufs de 27-29 mois, 6 des bœufs de 30-33 mois, 3 des bœufs de 3 ans, 2 des bœufs de boucherie divers et 1 des taurillons à l'auge ; au total 51 p.100 des exploitations ont une orientation maigre, et 49 p.100 une orientation engraissement, proportion nettement supérieure à la moyenne départementale.

L'engraissement est beaucoup plus développé dans le groupe Creuse, où tous les élevages suivis sont adhérents à des groupements de producteurs. L'engraissement des mâles concerne, comme en 1982, 19 élevages (9 en taurillons à l'auge, 1 en taurillon de 20 mois avec passage à l'herbe, 9 en jeunes taureaux de boucherie de 2 ans), les 11 autres vendant des broutards. Par rapport à 1981, un élevage est passé du broutard au taureau de 2 ans. Sur l'ensemble, la proportion de mâles vendus engraisés tend à s'accroître et représente 53 p.100 des ventes en nombre et 65 p.100 en valeur, contre respectivement 45 et 56 p.100 en 1981. Les engraisseurs vendent de moins en moins de broutards et les troupeaux producteurs de taureaux de 2 ans se développent davantage. La principale différence avec le groupe Nièvre est la proportion beaucoup plus forte de *femelles engraisées*, qui reste néanmoins stable sur les 3 campagnes. Cela concerne les deux tiers des vaches de réforme (72 p.100 en valeur) et près de la moitié des génisses (2/3 en valeur) avec une tendance à l'augmentation des génisses de 24-26 mois finies à l'auge au détriment de celles plus âgées.

Sur un plan global, l'augmentation de l'engraissement dans ce groupe d'élevages tranche avec l'orientation générale vers la vente en maigre de la zone herbagère charolaise. Néanmoins, l'augmentation de la production de jeunes taureaux de boucherie et de bœufs rajeunis de 2 ans rejoint une tendance d'ensemble. L'importance plus grande de l'engraissement est-elle la conséquence d'une adhésion plus grande aux Groupements, d'une plus grande proximité avec les Organismes de Développement, d'un niveau technique plus avancé, d'une volonté de développement plus prononcée ? En fait, mis à part l'adhésion aux Groupements plus fréquente chez les engraisseurs en Nièvre, du fait de l'absence de débouchés traditionnels pour les animaux de boucherie, les autres facteurs ne diffèrent pas systématiquement entre les producteurs de maigre et les engraisseurs, notamment en Creuse. En Nièvre, la différence se fait plutôt selon le type d'animaux, en faveur des 18 et 22 mois maigres et des engraisseurs en cycle moyen (24 à 33 mois).

III. Certains poids de vente diminuent, les prix évoluent peu, surtout en maigre (tabl. 5A, B, C)

Sur un plan général, les conditions difficiles de la saison de pâturage 1983 ont eu pour conséquence une réduction des poids de vente principalement pour les animaux vendus à l'herbe, ou bien les éleveurs ont dû compenser par une plus grande quantité de concentré. Mais il faut rappeler que l'été 1982 avait déjà été sec, surtout en Nièvre.

1. Les mâles vendus en maigre (tabl. 5A)

* Le poids des *broutards* d'automne s'est maintenu en Nièvre à 285 kg comme en 1982, où il y avait eu une réduction de 7 kg par rapport à 1981. En Creuse, ils sont plus lourds, pour un même âge de vente (7,9 mois), mais on constate une perte de 11 kg en 2 ans ; il y a là en partie la conséquence d'exigences commerciales vis-à-vis d'animaux trop complémentés au pré. Par rapport à 1982, les prix ont augmenté de 0,54 F/kg en Nièvre (3 p.100) et 0,10 F seulement en Creuse. Il y a donc régression notable en francs constants.

TABLEAU 5A

Caractéristiques des bovins vendus : Mâles maigres
(en francs courants)

	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
Année	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
BROUTARDS Vente d'automne (4)								
Nombre (1) F/Tête	2,3 2 810	2,8 3 128	3,0 4 087	2,6 4 696	2,7 4 664	7,6 4 407	8,3 5 112	7,1 5 146
Nombre (2) Poids F/kg	1,8 287 10,18	2,4 283 11,00	2,7 292 13,85	2,5 285 16,57	2,4 285 17,11	7,4 313 14,19	7,8 305 16,98	6,9 302 17,08
Age (3)	10,6	8,0	8,1	7,5	7,8	8,2	8,1	8,0
BROUTARDS Vente d'hiver (5)								
Nombre F/Tête	0,7 2 978	1,6 3 124	1,5 4 135	1,4 4 381	1,4 4 737	2,9 3 750	2,2 4 766	1,6 5 030
Nombre Poids F/kg	0,6 311 9,73	1,6 299 10,25	1,1 322 12,32	1,2 327 14,15	1,2 316 15,36	2,7 302 12,53	2,0 324 14,67	1,5 316 16,08
Age (3)	10,5	10,9	9,1	11,0	11,7	9,5	9,5	9,9
TAURILLONS 15-18 MOIS								
Nombre F/Tête			3,8 4 910	4,1 5 974	3,0 5 682	0,4 5 699	0,3 6 490	0,7 5 269
Nombre Poids F/kg	(a)	(a)	2,8 409 12,43	3,4 425 14,41	2,0 392 14,34	0,35 478 11,80	0,3 439 14,80	0,6 349 14,62
Age (3)			14,3	17,6	16,9	16,5	17,3	14,1
CHATRONS 15-20 MOIS								
Nombre F/Tête	5,3 4 401	5,8 4 504	2,7 5 989	3,5 7 232	3,3 6 984	0,1 4 676	0	0
Nombre Poids F/kg	4,8 443 9,67	4,7 442 10,08	1,7 478 12,63	3,0 511 14,75	2,2 452 14,93			
Age (1)		18,0	17,2	17,7	17,7			
CHATRONS 22-24 MOIS								
Nombre F/Tête	2,0 4 985	2,5 4 766	2,0 5 537	1,3 6 710	1,6 7 548	0,2 7 050	0	0
Nombre Poids F/kg	1,9 493 9,94	2,3 491 9,75	1,3 508 10,94	0,8 518 13,57	0,7 519 14,38	0,1 700 10,00		
Age (3)	23,8	24,1	24,0	24,5	23,2			
CHATRONS 26-33 MOIS								
Nombre F/Tête	1,8 5 527	2,1 5 198	2,0 6 973	2,0 7 857	1,9 8 019	0	0	0
Nombre Poids F/kg	1,6 570 10,14	1,9 557 9,30	0,9 623 11,84	1,4 596 13,01	1,6 601 13,65			
Age (1)	31,0	31,2	29,3	29,6	29,6			

(1) Tout état, toute race

(2) Charolais "normaux", à poids connu

(3) en mois

(4) Broutards de fin d'année (juillet à décembre)

(5) Broutards de début d'année (janvier à la mise à l'herbe)

(a) Ensemble chatrons + Taurillons de 15-18 Mois.

TABLEAU 5B

Caractéristiques des bovins vendus : Mâles engraisés
(en francs courants)

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
<u>TAURILLONS à l'auge</u>								
Nombre (1) F/Tête	0	0	0,1 6 592	0	0,2 9 000	3,8 6 997	5,6 7 770	5,2 8 455
Poids (2) F/kg			371 17,76		405 22,99	377 18,63	367 21,27	361 23,46
Age (3)			17,7		17,1	17,5	15,5	16,2
<u>JEUNES TAUREAUX DE BOUCHERIE de 2 ans</u>								
Nombre F/Tête	0,4 5 008	0,7 4 624	1,5 6 510	2,2 7 683	2,7 8 182	4,3 6 619	5,3 8 369	5,7 8 714
Poids F/kg	377 13,28	346 13,71	377 17,30	380 20,28	382 21,46	394 16,88	406 20,69	404 21,74
Age	-	24,5	26,6	23,3	23,7	23,9	23,7	23,6
<u>BOEUF D'AUGE DE 24-28 MOIS</u>								
Nombre F/Tête	0,6 5 611	0,6 6 567	1,6 8 351	1,9 10 243	2,7 11 194			
Poids F/kg	374 15,62	403 16,94	432 19,48	437 23,56	443 25,02			
Age	25,0	25,9	26,1	26,9	27,0			
<u>BOEUF D'HERBE DE 26-30 M.</u>								
Nombre F/Tête	0,5 7 259	0,4 7 115	0,4 9 482	0,6 10 130	0,8 10 765			
Poids F/kg	405 17,62	396 17,98	455 20,81	428 23,74	423 25,47			
Age	24,0	28,7	-	28,9	29,4			
<u>BOEUF D'HERBE (et auge) DE 30-33 MOIS</u>								
Nombre F/Tête	2,4 6 538	3,3 6 611	2,9 8 461	2,3 9 772	2,0 11 266	0,3 9 148		
Poids F/kg	405 16,29	405 16,44	418 20,23	418 23,34	439 25,72	464 19,70		
Age	31,6	33,1	-	30,6	31,7			
<u>BOEUF D'AUGE DE 33-38 M.</u>								
Nombre (1) F/Tête	2,1 6 148	2,1 6 355	2,1 7 309	1,5 9 068	1,4 10 241	0,1 6 318		
Poids (2) F/kg	411 15,16	410 15,63	408 17,71	422 21,40	433 23,75	361 17,52		
Age (3)	36,0	32,0	35,9	36,3	35,4			

(1) Tout état, toute race

(2) Tous les poids de vente sont connus ; il s'agit des poids de carcasse. Ceux indiqués ici correspondent aux charolais "normaux"

(3) En mois.

TABLEAU 5C

Caractéristiques des bovins vendus : Femelles
(en francs courants)

			NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
Année			1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
<u>VACHES DE REFORME</u>										
Toutes (1)	Nb	F/tête	9,3 4 672	10,8 4 751	10,9 5 788	10,6 6 929	11,6 7 504	8,6 6 000	8,7 7 443	9,2 7 820
Maigres (2)	Nb	Poids vif	3,9 618	3,9 589	1,2 596	0,5 634	1,9 636	0 -	0 -	0 -
		F/kg	7,63	7,98	9,62	10,96	11,32			
Grasses	Nb	Poids net	2,9 355	3,9 351	4,1 363	3,9 370	4,0 375	6,5 363	5,7 387	6,0 382
		F/kg	15,07	15,28	17,96	21,19	22,72	17,45	20,78	22,03
<u>GENISSES MAIGRES</u>										
Broutardes	Nb (1)	F/tête	0,8 2 382	0,7 2 929	0,9 2 967	0,4 4 239	0,5 3 047	1,1 3 005	1,4 3 584	1,5 3 876
	Nb (2)	Poids vif	0,4 234		0,7 236	0,1 275	0,3 233	0,8 253	1,0 261	1,3 259
		F/kg	10,32	9,56	11,86	13,09	12,88	11,89	14,16	14,12

18 mois	Nb (1)	F/tête	0,8 4 599	0,8 3 896	1,0 5 528	0,8 6 040	1,7 5 736	0,4 4 000	0,5 4 408	0,6 5 180
	Nb (2)	Poids vif	0,5 366	0,6 371	0,2 385	0,3 382	1,0 394		0,2 361	0,1 352
		F/kg	9,61	9,47	13,05	14,85	13,50		13,85	12,16

24 mois	Nb (1)	F/tête	2,9 3 981	2,6 3 893	2,8 4 798	3,1 5 458	3,2 6 118	0,3 4 259	0,1 3 350	0,1 5 841
	Nb (2)	Poids vif	2,5 390	1,9 389	0,7 440	1,4 436	1,4 432			
		F/kg	9,98	9,98	10,63	12,35	14,21	468 11,88		
<u>GENISSES GRASSES</u>										
24 mois	Nb (1)	F/tête		0,1 4 256	0,3 4 786	0	0,2 7 632	0,5 5 681	1,0 7 317	1,6 7 733
		Poids net(2)		269	272		311	304	328	329
		F/kg		15,84	17,57		24,56	18,67	22,30	23,49

26-32 mois	Nb (1)	F/tête		0,5 4 839	0,5 6 180	0,6 7 959	0,4 8 298	2,1 6 039	1,7 7 990	1,9 8 398
		Poids net(2)		291	318	337	329	305	341	341
		F/kg		15,58	19,42	23,17	25,22	19,73	23,44	24,62

36 mois	Nb (1)	F/tête		0,7 5 277	0,9 6 177	0,6 7 397	0,4 8 185	1,3 6 329	0,6 7 722	0,6 9 417
		Poids net(2)		312	339	341	347	346	361	377
		F/kg		16,50	18,06	20,82	23,60	18,44	20,95	23,76

(1) Tout état, toute race

(2) Charolaises "normales" dont on connaît le poids.

Les broutards d'hiver vendus au début de 1983, à la date moyenne du 5 mars, sont également plus légers d'une dizaine de kilogrammes dans les 2 départements, pour un âge de vente un peu plus avancé, conséquence de l'été 1982. Mais ils ont été vendus plus cher (+ 1,21 F/kg en Nièvre et 1,41 F en Creuse), dans le prolongement final de la conjoncture 1982.

* *Les 15 à 20 mois maigres (Nièvre)*

Cette catégorie est celle qui a le plus souffert des conditions climatiques. La perte de poids est sévère : - 33 kg pour les taurillons vendus un peu plus jeunes (21 jours) qu'en 1982 et - 59 kg pour les chatrons vendus à même âge. Néanmoins, une différence considérable de poids se maintient en faveur des chatrons (60 kg pour 25 jours d'âge en plus), mais ils ne sont pas produits par les mêmes éleveurs. Les prix par kg ont peu évolué (-0,07 F/kg pour les taurillons, + 0,18 F pour les chatrons) de sorte que les prix par tête ont nettement régressé (- 292 F et - 248 F respectivement, soit 3 à 5 p.100).

* *Les chatrons maigres plus âgés (Nièvre)*

Ceux de 22-24 mois vendus pendant l'hiver, en moyenne au 7 février, ont maintenu leur poids, et le prix a augmenté de 12 p.100 par tête, mais il s'agit là encore de la fin de campagne 1982. Ceux qui ont été vendus au début 1983 ont vu leur prix baisser, et c'est cette tendance qui est inscrite dans les résultats économiques.

Les chatrons de 26-33 mois vendus en été et automne ont gagné 0,64 F par kg (5 p.100) ; leurs poids n'ayant guère varié, leur prix par tête a donc légèrement augmenté (+ 162 F par tête).

2. Les mâles engraisés (tabl. 5B)

* La production de *bœufs de 24-28 mois* finis à l'auge, avec une vente moyenne au 29 mai, s'est encore améliorée (+ 6 kg de carcasse pour un même âge moyen de 27 mois), malgré un effectif plus large. Ils sont toujours plus lourds que les bœufs plus âgés. Le poids des bœufs de 26-30 mois finis à l'herbe (avant le 31 juillet, date moyenne de vente au 10/7) est en baisse, - 5 kg pour 15 jours d'âge de plus, cette catégorie ayant aussi beaucoup souffert de l'humidité, malgré des apports de concentré accrus. Les bœufs de 30-33 mois sont, en revanche, plus lourds (+ 21 kg) - la vente en a été retardée (date moyenne 21 octobre) et ils sont plus âgés d'un mois environ ; il y a néanmoins une progression technique. De même, les bœufs de 3 ans, dont le nombre régresse régulièrement, sont de plus en plus lourds, et ils atteignent cette année, pour une date moyenne de vente au 27/2, 433 kg (+ 11 kg sur 1982 et + 25 kg sur 1981) mais ils restent cependant plus légers que les bœufs plus jeunes !

La hausse des prix des bœufs de boucherie est dans l'ensemble supérieure à celle des animaux maigres puisqu'elle va de 1,48 F par kilo net (6 p.100) pour les bœufs de 24-28 mois à 1,73 F (7 p.100) pour ceux de 26-30 mois et même 2,38 F (près de 11 p.100) pour ceux de 30-33 mois, cette dernière augmentation comprenant une amélioration de la qualité.

* Les performances des *taureaux de 2 ans* se sont maintenues avec un écart appréciable entre ceux de la Creuse, qui ont un poids moyen acceptable (404 kg) et ceux de la Nièvre encore trop légers (382 kg) pour un même âge moyen, légèrement inférieur à 24 mois. La date moyenne de vente se situe au 15 mars en Creuse et 26 mars en Nièvre. La hausse des prix est légèrement inférieure

à celle des bœufs vendus à même période ; elle est de l'ordre de 5 p.100 (+ 1,18 F/kg en Nièvre et 1,05 F en Creuse).

* *Les taurillons* d'auge de la Creuse (« baby ») ont un poids moyen toujours insuffisant et qui ne s'améliore pas : 361 kg pour 16,2 mois d'âge au 9 juillet. Cela provient dans certains cas d'une croissance insuffisante et dans d'autres cas d'abattages régulièrement trop précoces en mai (1 élevage à 14,5 mois) ou en juin (4 élevages, entre 14,9 et 16 mois). En revanche, le prix (sans les compléments) a connu une hausse de plus de 10 p.100 (2,19 F/kg net), appréciable dans la conjoncture 1983.

3. Les femelles (tabl. 5C)

* *Les génisses* non conservées pour le renouvellement sont, en Nièvre, vendues pour la plupart en maigre, et en majorité en fin d'hiver, à 2 ans. Leur prix est en hausse de 660 F par tête (12 p.100), alors que celles de la génération suivante vendues à 18 mois à l'automne, dans une conjoncture plus difficile, voient leurs prix baisser de plus de 300 F par tête.

En Creuse, la majorité des génisses vendues en maigre le sont en broutardes, à un prix beaucoup plus faible que celui des mâles. Une grande part est engraisée comme on l'a déjà noté, mais la proportion de génisses engraisées à l'auge à 2 ans s'accroît, avec un poids qui reste stable, à 329 kg pour 25,7 mois d'âge et une vente moyenne au 8 mai ; ce poids est sans doute limite sur le plan commercial. Les génisses finies à l'herbe à 30 mois restent néanmoins les plus nombreuses avec un poids plus acceptable, à 341 kg (pour 31,6 mois, au 1^{er} novembre en moyenne) et la catégorie des 3 ans finies à l'auge est maintenant réduite malgré leur poids très satisfaisant (377 kg au 16 février). L'écart de prix en leur faveur est atténué par l'effet de la période de vente encore sensible en 1983. Le prix des génisses de boucherie de 25 et 32 mois a connu une hausse plus faible que celle des bœufs, avec 1,18 et 1,19 F/kg net, soit environ 5 p.100.

* Le nombre de *vaches de réforme* vendues augmente en raison de l'accroissement régulier des effectifs des troupeaux et pour cette année d'un taux de réforme majoré. Le poids de carcasse de celles qui sont engraisées évolue peu, mais le prix a augmenté de 1,53 F/kg en Nièvre et 1,25 F en Creuse, soit 6 à 7 p.100. Le prix moyen de l'ensemble, maigres et engraisées, qui correspond à une commercialisation répartie sur toute l'année, s'accroît de 575 F par tête en Nièvre et 377 F en Creuse, soit 8 et 5 p.100.

4. Sur 5 ans, une forte évolution des prix et des poids

Ainsi, dans l'ensemble, on enregistre en 1983 une stagnation des cours des animaux maigres et une baisse des prix par tête lorsqu'il y a réduction des poids. Les animaux de boucherie ont pour la plupart connu une hausse modérée, de 5 à 7 p.100, plus faible pour les femelles que pour les mâles, variation inférieure à l'inflation, les bœufs d'été et les taurillons d'auge faisant exception avec un taux de 10 à 11 p.100. Cette évolution différentielle compense un peu celle de 1982, où les animaux maigres et les femelles de boucherie avaient connu une hausse plus forte (16 à 22 p.100) que les mâles de boucherie (15 p.100 environ).

En considérant l'évolution *sur une plus longue période*, depuis 1978 pour la Nièvre (tabl. 5E), les *cours* ont baissé en francs constants pour toutes les catégories. Les broutards sont les moins touchés (- 4 p.100), les autres catégories de maigre perdent d'autant plus qu'ils sont plus âgés (de 13 à 23 p.100), génisses de

TABLEAU 5D

Importance relative des ventes des différentes
catégories de bovins (1)

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
Total par exploitation Nb	-	46,9	49,3	46,4	49,0	39,8	41,7	42,1
Francs	179 726	218 619	280 212	316 709	359 604	219 008	275 260	295 474
REPARTITION (%)								
a) - Par sexe								
. Elèves mâles Nb	-	52,0	52,3	54,8	52,7	55,7	58,6	53,8
F	54,3	55,1	56,4	58,2	56,7	55,4	58,3	53,0
. Taureaux de réforme Nb	-	2,0	1,6	1,7	1,8	2,2	1,6	1,8
F	3,3	2,5	2,1	2,1	2,2	3,4	2,3	2,5
. Génisses Nb	-	22,9	24,0	20,7	21,9	20,4	18,8	22,5
F	18,1	18,8	19,0	16,6	17,0	17,5	15,8	20,1
. Vaches de réforme Nb	-	23,1	22,1	22,9	23,6	21,7	21,0	21,9
F	24,3	23,6	22,5	23,2	24,1	23,7	23,6	24,4
b) - Par destination								
. Maigres Nb		68,4	66,4	66,8	64,7	45,5	45,2	43,2
F		59,1	56,5	57,5	53,1	34,3	33,3	30,7
. Gras Nb		28,5	31,3	30,8	32,8	51,3	51,3	53,7
F		37,1	40,5	39,6	42,1	60,9	61,9	65,1
. Reproducteur + taureau de réforme Nb		3,1	2,3	2,4	2,5	3,2	3,5	3,1
F		3,8	3,0	2,9	4,8	4,8	4,7	4,2
PROPORTION D'ANIMAUX FINIS PAR CATEGORIE (%)								
. Mâles Nb		32,5	36,5	35,7	41,3	44,7	49,5	52,8
F		43,4	47,7	46,1	51,6	55,9	60,4	64,9
. Génisses Nb		14,1	15,9	13,7	12,0	49,8	46,0	47,1
F		19,2	21,0	19,1	18,4	63,7	64,5	65,4
. Vaches de réforme Nb		36,1	37,8	36,7	35,8	74,9	64,9	67,4
F		43,4	42,6	41,5	40,6	79,2	70,1	71,9

(1) En nombre et en valeur (francs courants).

TABLEAU 5E
Evolution des ventes 1978 - 1983
(57 exploitations Nièvre)
Ecart 83-78

	TOUS (1)				A POIDS CONNUS			
	Nb (2)	F/tête (3)	% (3)	% (4)	Poids (kg vif) (3)	F/kg (3)	% (3)	% (4)
<u>MÂLES VENDUS MAIGRES</u>					kg vif			
Broutards Automne	+ 0,4	+ 1 854	+ 66	- 5	- 2	+ 6,93	+ 68	- 4
Broutards tardifs	+ 0,7	+ 1 759	+ 59	- 9	+ 5	+ 5,63	+ 58	- 10
15-20 mois (5)	+ 1,0	+ 1 963	+ 45	- 17	- 20	+ 5,00	+ 52	- 13
22-24 mois	- 0,4	+ 2 563	+ 51	- 13	+ 26	+ 4,44	+ 45	- 17
26-32 mois	+ 0,1	+ 2 492	+ 45	- 17	+ 31	+ 3,51	+ 35	- 23
<u>MÂLES VENDUS GRAS</u>					kg net			
Chatrons 24-26 mois Auge	+ 2,1	+ 5 583	+ 100	+ 14	+ 69	+ 9,40	+ 60	- 8
26-28 mois Herbe	+ 0,3	+ 3 506	+ 48	- 15	+ 18	+ 7,85	+ 45	- 17
30-33 m. Herbe + Auge	- 0,4	+ 4 728	+ 72	- 1	+ 34	+ 9,43	+ 58	- 10
35-38 mois Auge	- 0,7	+ 4 093	+ 67	- 5	+ 22	+ 8,59	+ 57	- 10
Jeunes taureaux de 2 ans	+ 2,3	+ 3 174	+ 63	- 7	+ 5	+ 8,18	+ 62	- 8
<u>FEMELLES</u>					kg vif			
Génisses de 2 ans maigres	+ 0,3	+ 2 137	+ 54	- 12	+ 42	+ 4,23	+ 42	- 19
					kg net			
Vaches de réforme (6)	+ 2,3	+ 2 832	+ 61	- 8	+ 20	+ 7,65	+ 51	- 13

(1) Tout état et toute race

(2) Evolution du nombre moyen par exploitation (pour les 57 élevages)

(3) En francs courants

(4) En francs constants

(5) Ensemble castrés et non castrés

(6) Vaches tout état (maigres, grasses et accidentées). Pour les poids connus : uniquement les vaches engraisées.

2 ans incluses (- 19 p.100). Les cours des mâles de boucherie régressent de 8 à 10 p.100.

Mais l'évolution des poids a été très différente selon les catégories : nulle pour les broutards et négative pour les 18 mois, du fait des conditions de l'année, elle est appréciable pour les bœufs de boucherie particulièrement ceux de 32 mois (+ 34 kg) et plus encore ceux de 24-28 mois (+ 64 kg), ce qui limite les baisses ou permet une hausse des prix par tête (mais avec des charges en plus). Les femelles engraisées ont été aussi beaucoup alourdies, les vaches ont gagné 20 kg de carcasse.

IV. Les résultats économiques du troupeau et de la surface fourragère régressent nettement (tabl. 3A et 3B)

* Le produit bovin baisse de 356 F par UGBB en Nièvre et de 141 F en Creuse (en francs courants), malgré une hausse des ventes nettes. La variation d'inventaire pondérale, qui reflète la croissance physique du troupeau, est positive mais elle est amoin-

drie par la baisse de poids des animaux de 10 et 22 mois présents à l'inventaire de sortie, conséquence des croissances plus faibles des campagnes 1982 et surtout 1983. Elle est néanmoins très élevée en Creuse, où l'augmentation des effectifs est ample ; en Nièvre, elle est moins forte en 1983 qu'en 1982, mais cela est compensé par les ventes. La réduction du produit provient donc essentiellement de la réévaluation du cheptel élèves, qui est très faible en 1983 (85 et 83 F par UGBB) alors qu'elle était considérable en 1982 (562 et 462 F respectivement en Nièvre et en Creuse). C'est la conséquence de l'arrêt de la hausse des cours durant la campagne 1983. Cela traduit la réalité économique de l'exercice 1983, qui a bénéficié *en trésorerie* des acquis de la campagne précédente, mais cela laisse présager pour l'exercice suivant une baisse effective des encaissements.

* La hausse des charges proportionnelles relatives au troupeau et à la production fourragère se poursuit, 90 F par UGB (9,8 p.100) en Nièvre et 118 F (10,8 p.100) en Creuse. Elle provient peu des aliments concentrés (+ 4 à + 5 p.100) contrairement à ce qu'on pouvait attendre, mais les quantités avaient déjà été nettement majorées en 1982 ; elle est due aux services (vétérinaire et autres) et surtout aux frais de production fourragère et

TABLEAU 3A

Résultats économiques du troupeau bovin et de la surface fourragère
(en francs courants)

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
RESULTATS DU TROUPEAU BOVIN								
En F/U.G.B.B. : Produit Brut	2 169	2 307	3 591	3 996	3 640	3 656	4 252	4 111
Indice **	100	96	116	115	96			
dont : (5)								
. Variation d'inventaire pondérale	333	- 9	266	258	187	349	272	470
. Ventes nettes	1 818	2 203	2 669	3 002	3 193	2 710	3 281	3 300
. Primes + Aides	10	9	133	143	135	161	216	223
. Réévaluation élèves	0	83	506	562	85	416	462	83
MARGE BOVINE FINALE (1)	1 525	1 613	2 808	3 072	2 626	2 772	3 159	2 900
Indice **	100	95	129	126	98	100	102	85
Kg viande brute / U.G.B.B.	-	-	-	262	256	-	291	291
Kg viande autonome / U.G.B.B.	-	-	-	-	223	-	-	248
En F/ha S.F.P. Bovin :								
Marge Bovine finale (1)	1 746	1 880	3 307	3 657	3 165	3 139	3 739	3 468
Indice **	100	97	133 100	131 99	104 78	100	107	90
dont :								
. primes + aides	12	10	157	170	162	178	253	261
. réévaluation cheptel élèves	0	97	599	672	102	512	556	101
Kg viande brute / ha S.F.P.B. (3)	-	-	-	315	309	-	346	349
Kg viande autonome / ha S.F.P.B. (4)	-	-	-	-	270	-	-	297
RESULTATS DE LA S.F.P.								
Chargement	1,14	1,15	1,17	1,19	1,19	1,12	1,18	1,19
N-P-K / ha S.F.P.	27-44-23	29-43-23	27-39-20	28-40-24	30-40-22	22-45-17	21-53-19	28-51-25
Marge Brute (1)(2) F/ha	1 813	1 937	3 309	3 700	3 248	3 155	3 747	3 488
Kg viande autonome/ha	-	-	-	-	273	-	-	298

** Indice francs constants (voir tableau 1)

(1) Frais de culture de la surface fourragère déduits.

(2) Ensemble des productions de la S.F.P. (bovins, ovins, chevaux, divers)

(3) Kilo de viande produits (ventes - achats + autoconsommation + Variation d'inventaire pondérale)

(4) Kilo de viande produits - poids nécessaire pour payer le concentré.

(5) Le complément est représenté par les divers (autoconsommation, ventes de lait, récupération sur animaux morts, etc...).

TABLEAU 3B

*Charges proportionnelles du troupeau bovin et de la surface fourragère
(en francs courants)*

	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
EN F/U.G.B.B.								
Aliments concentrés achetés	130,1	121,6	125,9	154,2	172,4	206,0	276,9	288,5
Aliments concentrés prélevés	145,5	178,9	165,7	230,3	232,3	159,5	231,5	237,9
TOTAL ALIMENTS CONCENTRES	275,6	300,5	291,6	384,5	404,7	365,5	508,4	526,4
Aliments grossiers achetés	2,2	4,5	3,5	4,6	7,0	10,0	20,5	25,5
Frais vétérinaires	128,5	140,1	182,9	186,5	204,4	160,0	158,7	160,9
Autres approvisionnements et frais divers (1)	35,5	40,5	58,0	59,6	67,9	79,5	113,1	122,8
TOTAL CHARGES DU TROUPEAU	441,8	485,6	536,0	635,2	684,0	615,0	800,7	835,6
FRAIS de la SFP (F/ha SFP)	221,5	245,5	272,6	356,3	404,8	277,8	349,1	450,0
dont engrais (F/ha SFP)	179,3	186,9	226,7	267,3	297,2	225,9	265,9	324,9
travail entreprise		12,0	17,9	18,1	21,4	16,7	15,9	23,8
TOTAL CHARGES DU TROUPEAU et de la S.F.P. (F/UGBB)	644	693,3	782,6	923,1	1 013,6	884,1	1 092,9	1 211,0
Indice **	100	97	85	90 100	91 101	100	111 100	112 101

** Indice francs constants

(1) Minéraux, aliments liquides, etc... et autres frais divers d'élevage (assurance mortalité, contrôles, etc...).

notamment aux engrais (+ 13 p.100 en Nièvre et + 28 p.100 en Creuse où les doses d'emploi sont accrues).

* La marge bovine finale cumule la baisse du produit et la progression des charges. Elle chute de 446 F par UGBB en Nièvre (- 14,5 p.100 en francs courants, - 22 p.100 en francs constants) et de 259 F en Creuse (- 8,2 p.100 et - 17 p.100 respectivement). L'écart entre les échantillons Nièvre et Creuse s'accroît (274 F par UGBB), conséquence des meilleurs résultats techniques en Creuse (productivité en veau plus élevée, animaux homologues plus lourds) mais aussi conséquence de la plus grande importance de l'engraissement, dont les produits ont bénéficié en 1983, on vient de le voir, d'une meilleure valorisation relative.

* La marge de la surface fourragère est également en baisse, malgré une contribution ovine légèrement améliorée, puisque les chargements sont restés pratiquement stables : - 452 F par ha SFP en Nièvre (- 12,2 p.100 soit encore - 20 p.100 en francs constants) et - 259 F en Creuse (- 6,9 p.100 et - 15 p.100 respectivement). Pourtant la productivité pondérale n'a guère changé globalement : elle représente 312 kg de viande par ha SFP en Nièvre et 350 kg en Creuse et si on déduit l'équivalent de la valeur du concentré, 273 kg et 298 kg respectivement.

V. Les marges des cultures de vente diminuent aussi (tabl. 6)

En Nièvre, les cultures de vente occupent 21 p.100 de la

SAU et elles fournissent 16 p.100 du produit brut et 18 p.100 de la marge brute globale. En Creuse, leur importance est moindre avec 16 p.100 de la SAU, 7 p.100 du produit brut et 10 p.100 de la marge brute globale.

L'année 1983 ne leur a guère été favorable, contrairement à 1982. Les rendements en cultures de printemps et en colza sont faibles, voire très faibles, dans les deux départements. Les cultures d'hiver et le maïs grain ont fourni des récoltes moyennes dans l'ensemble, 45,6 q/ha en blé dans la Nièvre, soit environ 3 q/ha de moins qu'en 1982. Les moyennes recouvrent de très grandes différences entre exploitations, beaucoup plus que les campagnes précédentes : chez certains, la récolte 1983 est la meilleure jamais connue, pour d'autres, notamment ceux situés en bord de Loire ou d'Allier, elle est catastrophique.

La baisse des rendements de l'ensemble des cultures de vente (céréales + autres cultures de vente - A.C.V. -) face à une hausse continue des charges proportionnelles, se répercute par une baisse de la marge de 737 F par ha (- 24 p.100 en francs courants) en Nièvre et de 594 F (également - 24 p.100) en Creuse. La marge des A.C.V. (maïs grain, colza, etc...) est cette année inférieure à celle des céréales en Nièvre. Par rapport à 1978, la marge des cultures de vente a chuté de 26 p.100 en francs constants.

Cette baisse des marges des cultures de vente est beaucoup plus forte que celle de la surface fourragère. Dans certaines exploitations, les marges sont très faibles : 6 exploitations de la Nièvre et 6 de la Creuse ont des marges inférieures à 1000 F/ha, mais cela est heureusement le fait d'exploitations qui ont des sur-

TABLEAU 6

Résultats des cultures de vente

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
BLÉ D'HIVER								
Nb pratiquant la culture	52	49	54	54	51	25	24	26
Surface (1) (ha)	11,1	11,6	13,8	13,3	14,6	6,7	6,3	6,6
Rendement (2) (qx/ha)	46,2	41,9	40,7	48,1	45,6	34,8	41,1	38,2
Marge Brute	2 689	2 415	2 358	3 740	3 355	2 096	3 191	2 809
ORGE DE PRINTEMPS								
Nb	38	43	39	30	20	26	25	23
Surface	6,3	7,2	4,5	5,0	4,3	3,8	3,9	3,1
Rendement	28,5	33,1	30,5	36,1	15,0	29,7	32,5	17,9
Marge Brute	1 310	1 703	1 714	2 486	408	1 571	2 096	809
MAÏS GRAIN								
Nb	16	17	15	15	9	4	2	2
Surface	6,2	8,2	5,9	6,0	3,6	5,8	13,8	8,4
Rendement	46,8	40,7	48,9	65,3	43,9	59,6	60,5	52,4
Marge Brute	1 867	1 379	2 266	5 480	2 153	3 841	4 900	4 517
COLZA								
Nb	7	8	10	15	17	4	3	3
Surface	7,0	7,9	7,8	7,0	8,9	5,3	7,8	8,0
Rendement	27,8	17,9	19,5	28,1	16,5	23,2	26,1	10,5
Marge Brute	2 821	1 331	1 789	4 505	2 092	-	4 695	1 139
ENSEMBLE CÉRÉALES								
Rendement (3)	38,1	35,6	36,6	42,8	37,1	32,0	35,6	29,4
Marge Brute (3)	2 027	1 826	1 988	2 997	2 401	1 797	2 391	1 860
ENSEMBLE CÉRÉALES + A.C.V.								
(4)								
Marge Brute (3)	1 832	1 766	1 993	3 110	2 373	1 855	2 468	1 874
Indice **	100	87	76	106 100	74 70	100	119 100	82 69

** Indice en francs constants.

(1) par exploitation en faisant

(2) en moyenne pondérée

(3) en moyenne arithmétique

(4) A.C.V. : Autres cultures de vente.

faces réduites. Celles qui ont la plus forte proportion de culture de vente ont, dans l'ensemble, de meilleures marges. Il y a d'ailleurs une liaison positive entre la proportion de culture et le rendement ($r = 0,51$ pour les 89 exploitations), comme avec la marge par ha ($r = 0,46$). Les 11 exploitations de la Nièvre qui ont plus de 30 p.100 de culture obtiennent une marge de 3 015 F par ha (céréales + A.C.V.) contre 2 219 F pour les 46 autres. Mais parmi elles, certaines ont néanmoins des marges inférieures à 2 500 F : comme cela concerne 35 à 45 p.100 de la SAU, les conséquences pour le revenu en sont graves.

VI. Les résultats économiques globaux sont en forte baisse (tabl. 7)

En Nièvre, le produit bovin baisse, on l'a vu, de 9 p.100 en francs courants par UGBB, sans compensation par le chargement, le rendement des cultures régresse, les aides sont en légère diminution. Le produit total d'exploitation chute de 392 F par ha SAU (- 8 p.100). En Creuse, la baisse est limitée à - 212 F

TABLEAU 7

Résultats économiques globaux
(en francs courants)

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
1) RÉSULTATS ÉCONOMIQUES GLOBAUX								
1) - EN FRANCS PAR HA S.A.U.								
Produit brut d'exploitation	2 566	2 646	4 056	4 682	4 290	4 191	5 007	4 795
Indice **	100	93	111	114	96			
Charges proportionnelles (affectables)	650	687	873	1 000	1 130	955	1 160	1 326
Marge brute	1 916	1 959	3 183	3 682	3 160	3 236	3 847	3 469
Charges de structure réelles +(1)	1 254	1 377	1 681	1 903	2 142	1 482	1 722	1 936
REVENU AGRICOLE	662	582	1 502	1 779	1 018	1 753	2 125	1 533
Revenu du travail et des capitaux propres d'exploitation	683	587	1 529	1 799	1 031	1 686	2 035	1 434
Indice **	100	38	157	165 100	86 52	100	108 100	69 64
2) - EN FRANCS PAR TRAVAILLEUR (UTH)								
* Revenu du travail et des capitaux propres d'exploitation								
. avec réévaluation cheptel élèves	40 352	33 819	90 456	111 198	61 246	71 283	86 507	60 024
Indice **	100	76	157	173 100	87 50	100	109 100	69 63
. sans réévaluation cheptel élèves	40 352	29 852	64 879	81 130	56 543	54 811	67 224	56 530
Indice **	100	67	113	126	80	100	110	84
* Revenu du travail								
. avec réévaluation cheptel élèves	18 306	12 106	63 605	79 095	27 272	47 494	59 875	30 488
Indice **	100	60	244	271	85	100	113	52
* dont : - total primes + aides	513	434	12 418	8 859	7 638	11 992	13 082	12 149
- réévaluation cheptel él.	0	3 967	25 577	30 068	4 703	16 472	19 283	3 494
2) DÉTAILS DE CERTAINES CHARGES RÉELLES								
a) - PROPORTIONNELLES (F/ha SAU)								
. Engrais	253	278	358	410	456	316	363	448
. Aliments concentrés achetés	140	135	139	166	195	322	394	409
. Vétérinaire	111	122	158	166	187	147	155	163
b) - DE STRUCTURE (F/ha SAU)								
. Travail	207	236	295	326	383	234	269	313
. Mécanisation	317	344	439	497	566	485	567	618
. Bâtiment	65	63	94	96	105	118	135	153
. Foncier	407	440	508	589	647	307	334	366
. Divers	130	150	190	220	249	194	236	287
. Frais financiers	122	125	141	157	166	111	143	151
TOTAL	1 248	1 358	1 667	1 885	2 116	1 450	1 684	1 888
Indice **	100	98	94	95 100	97 102	100	104 100	106 102
c) - CRITERES SPECIFIQUES (F)								
Charges salariales(2)/UTH salariés	36 703	40 171	53 457	59 040	65 540	50 020	47 306	50 008
Fermage / ha affermé (F)	434	462	512	587	659	337	397	454

** Indice francs constants : base 100 = 1978 pour la Nièvre et 1981 pour la Creuse
ou |base 100 = 1982 pour l'ensemble|

(1) Charges de structure réelles + Charges proportionnelles non affectables
(2) Salaires + Avantages en nature + Charges sociales salariales.

(- 4 p.100) car le produit bovin a moins diminué et la part des cultures de vente est plus réduite.

Les charges proportionnelles globales s'accroissent de 13 à 14 p.100 dans les deux groupes. Les principaux postes sont les aliments concentrés achetés en Nièvre (+ 17 p.100) et les engrais en Creuse (+ 23 p.100). Ainsi, la marge globale diminue de 522 F/ha en Nièvre (- 14 p.100) et de 378 F en Creuse (- 10 p.100).

A cela s'ajoute la hausse continue des charges de structure, qui dépasse l'inflation avec 13 p.100 en Nièvre (239 F/ha) et 12 p.100 en Creuse (214 F/ha). Elle concerne tous les postes, sauf les frais financiers, qui cette année se modèrent un peu (+ 6 p.100), mais cela vient après des hausses considérables les années antérieures. Les frais qui s'enflent le plus sont ceux liés aux charges de travail (+ 17 p.100) et plus précisément aux charges sociales familiales, car le coût unitaire de la main-d'œuvre salariée ne croît que de 11 p.100, et la part des salariés diminue un peu ; à cela s'ajoutent de fortes hausses des frais fonciers - les fermages ont encore augmenté de 12 à 15 p.100 par ha affermé - et des charges d'équipement, surtout matériel en Nièvre (14 p.100) et surtout bâtiments en Creuse (13 p.100).

Dans ces conditions, le revenu agricole régresse considérablement : - 761 F par ha en Nièvre et - 592 F/ha en Creuse. Les résultats sont du même ordre si on considère le critère comparatif du revenu du travail et des capitaux propres - 768 et - 601 F/ha respectivement. Cela correspond à une baisse de 42 p.100 en Nièvre, soit 48 p.100 en francs constants, et de 29 p.100 en Creuse, soit 34 p.100 en francs constants. En Nièvre, le revenu par ha se retrouve au même montant, en francs courants, que celui de 1980.

Cette diminution considérable des revenus par ha n'est pas partiellement compensée, contrairement aux années antérieures, par une réduction du nombre de travailleurs. Au contraire, la surface par UTH ayant légèrement diminué, le revenu par travailleur chute de 45 p.100, soit 50 p.100 en francs constants en Nièvre, et en Creuse de 31 et 37 p.100 respectivement.

Ces résultats peuvent étonner et ils ne correspondent pas aux ordres de grandeur des comptes de l'agriculture. On constate néanmoins la même évolution dans un échantillon constant de 20 exploitations d'élevages du Nivernais central suivi par le Centre de Gestion agréé agricole de la Nièvre depuis 1981 : entre 1982 et 1983, la chute du résultat par ha est de 37 p.100 en francs courants (CORBEX, 1984). Dans les deux cas, il s'agit d'exploitations plus grandes que la moyenne, ayant davantage investi et étant plus endettées, dont les niveaux de production et surtout de charges sont plus élevés et plus sensibles aux fluctuations conjoncturelles.

* On peut observer que les 30 exploitations de la Creuse qui ont limité la baisse, obtiennent cette année un revenu par travailleur voisin de celui de l'échantillon Nièvre, malgré une surface inférieure (42 ha/UTH contre 63). Cela provient à la fois de la marge par UGBB plus élevée, d'une plus faible proportion de céréales, d'un niveau plus élevé des aides générales (ISM, ISP, 67 F par ha contre 8 F en Nièvre), d'où une marge globale supérieure d'environ 300 F/ha, à laquelle s'ajoute l'effet des charges de structures plus réduites d'environ 100 F, dues en particulier à des fermages moins chers d'environ 200 F par ha et à des cotisations moins lourdes.

* Si on considère l'évolution sur une plus longue période, depuis l'année 1978, l'année 1982 ayant été exceptionnelle, on constate, en Nièvre, que le revenu du travail et des capitaux s'est réduit, en francs constants, de 14 p.100 par hectare et de 13 p.100 par travailleur.

* L'évolution à plus long terme encore peut être donnée par les 23 exploitations suivies depuis 1971 (tabl. 7bis, fig. 2 et 3).

Il est clair que la chute limitée du revenu n'est due qu'à une augmentation imposante de la productivité du travail sur les 13 ans, le chargement augmente de 34 p.100, le nombre d'UGB de 52 p.100 et le nombre d'UGB par travailleur de 87 p.100.

En effet, les améliorations techniques déjà mentionnées - alourdissement important de toutes les catégories d'animaux malgré l'augmentation du chargement, maintien de la producti-

TABLEAU 7bis
Evolution de 23 exploitations entre 1971 et 1983
(Nièvre)

	1971	1983	%		% (1)		% (1)
SAU (ha)	107,8	124,9	+ 17	Par exploitation		Par UGBB	
UTH (nb)	2,31	1,88	- 19	Produit brut	+ 31	Produit bovin	- 5
SFP / SAU (%)	79,0	77,3		Ch. proportionnelles	+ 92	Charges proportion.	+ 30
UGB (nb)	76,7	116,4	+ 52	Marge brute	+ 17	Marge bovine finale	- 15
Chargement (nb)	0,89	1,19	+ 34	Charges de structure	+ 39		
UGB/UTH (nb)	32,7	61,2	+ 87	Revenu agricole	- 15	Par ha SFPB	
Taux d'endettement (%) (2)	21	25		Revenu du travail et des capitaux propres		Marge bovine finale	+ 14
Importance des rembourse- ments (3) par rapport au revenu agricole (%)	40	72		. Par ha	- 31		
				. Par UTH	- 8		

(1) Variation en francs constants

(2) Sans le foncier

(3) LMT + CT + annuités foncières

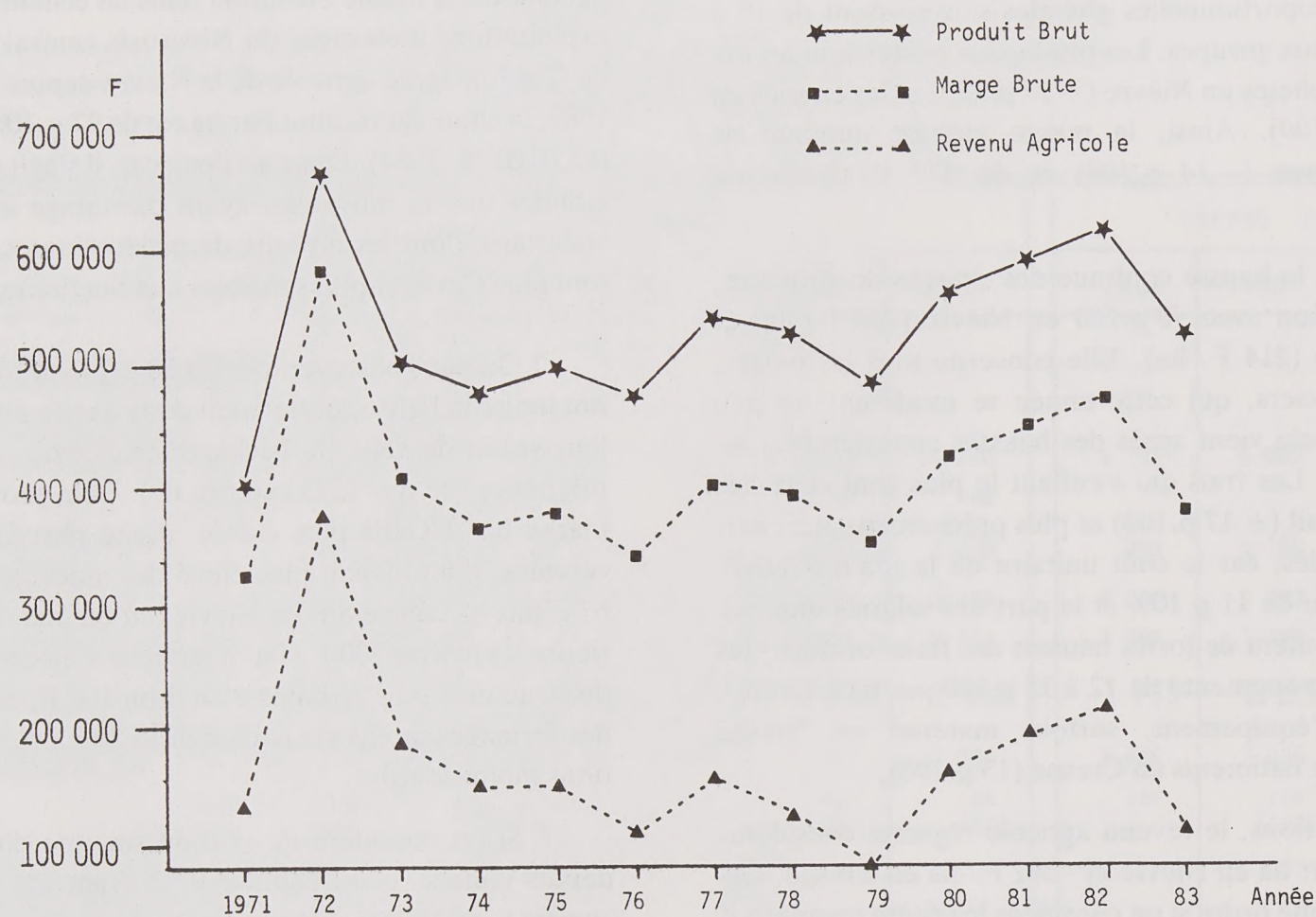


FIG. 2 : Evolution des résultats économiques globaux par exploitation de 1971 à 1983
(en francs constants 1983 pour 23 exploitations de la Nièvre)

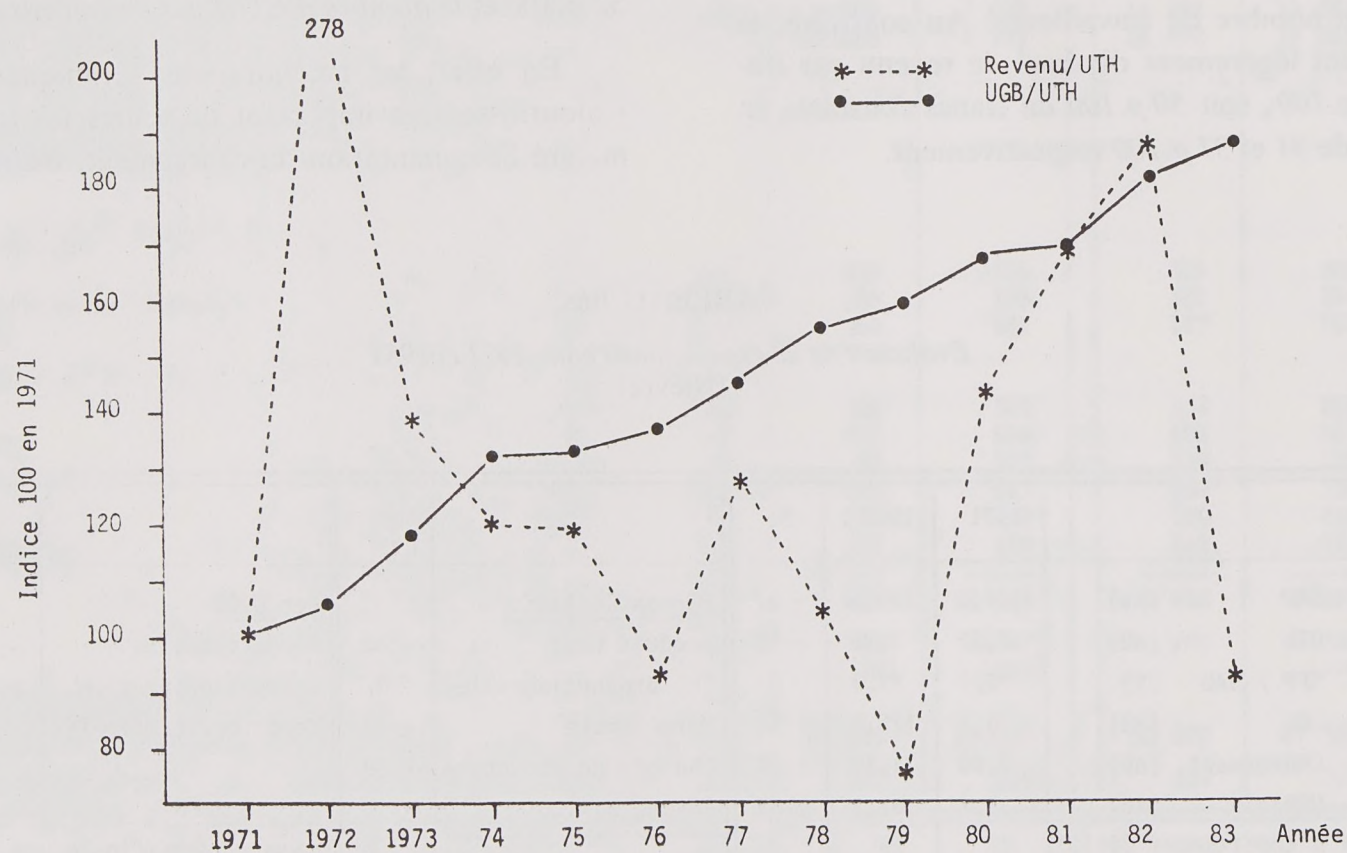


FIG. 3 : Evolution du nombre d'U.G.B. par U.T.H. et du revenu du travail et capitaux propres par U.T.H.
(en indice francs constants, de 1971 à 1983 pour 23 exploitations de la Nièvre)

vité du troupeau malgré l'accroissement des effectifs par travailleur - n'ont pu éviter la dégradation des résultats économiques unitaires traduite par la réduction de la marge bovine finale par UGBB. Le chargement amélioré compense la baisse des marges unitaires et la marge par hectare progresse.

Combiné à l'extension des surfaces et malgré une contribution des céréales accrue en surface mais réduite en marge, la marge globale par exploitation s'améliore de 17 p.100 (en francs constants). Malheureusement, la hausse des charges de structure est bien plus considérable et le revenu par exploitation *baisse de 15 p.100*. L'élargissement des surfaces par UTH limite la baisse de revenu par travailleur à 8 p.100, mais le poids des remboursements s'est beaucoup alourdi et le revenu disponible régresse bien davantage.

VII. La réduction du disponible montre les difficultés réelles (tabl. 8 et 9)

On peut évidemment estimer qu'une partie importante de la baisse de revenu provient de la diminution de la réévaluation des élèves, qui n'a pas été ressentie directement par les éleveurs. Elle contribue effectivement pour près de 50 p.100 en Nièvre et 40 p.100 en Creuse, à la chute du revenu. Mais si on en fait abstraction, le « revenu hors stock » par travailleur baisse néanmoins de 37 p.100 en Nièvre et 24 p.100 en Creuse, ceci en francs constants.

En réalité, il est préférable de faire une approche plus complète en estimant le revenu « disponible » après prise en compte des produits exceptionnels et déduction faite de la part du revenu immobilisé sous des formes diverses - variation d'inventaire pondérale et réévaluation du cheptel pour l'ensemble des animaux, variation des stocks de production des cultures et des stocks d'approvisionnement.

L'ensemble des ressources (« cash-flow » (4)) est en nette diminution dans les deux ensembles (- 104 700 F par exploitation en Nièvre et - 64 200 F en Creuse). Une part plus réduite est immobilisée cette année par l'augmentation des stocks de production (23 et 26 p.100 respectivement contre 50 et 42 p.100 en 1982), du fait de la moindre prise de valeur des animaux et en Nièvre d'une plus faible augmentation d'inventaire pondérale ; en outre, les stocks de céréales sont diminués du fait de la récolte inférieure. Les remboursements d'emprunts sont toujours en augmentation. La « trésorerie » (disponible I) restant réellement à la disposition des éleveurs est réduite de plus de moitié en Nièvre (- 33 000 F) où elle ne représente plus que 16 p.100 des ressources, et plus faiblement en Creuse (- 24 000 F) où elle représente encore 39 p.100 des ressources.

Il y a donc bien diminution des ressources monétaires dégagées au cours de l'exercice, abstraction faite de toutes variations d'inventaire.

Ce disponible (I) doit financer les nouveaux investissements concurremment avec les nouveaux emprunts et permettre à la

famille de vivre. Pendant cet exercice, les investissements ont été importants, surtout en matériels, comme on l'a déjà noté (50 000 F en moyenne en Nièvre et près de 44 000 F en Creuse compte tenu des reventes) et cela concerne souvent la récolte des fourrages (presses à balle ronde) ou le renouvellement de tracteurs. Il y a aussi de nouveaux investissements dans les bâtiments et quelques drainages. Ces nouveaux investissements dépassent largement le disponible (I) (et le montant des amortissements). En réalité, ils ont été réalisés dans la suite des meilleurs résultats de 1982. Le financement a été assuré en partie par de l'autofinancement provenant de 1982 et par de nouveaux emprunts LMT, notamment en Creuse. En revanche, les difficultés de la campagne 1983 se sont traduites par un nouveau gonflement des courts termes (délégation de récolte et emprunts « FORMA »), au moins en Nièvre.

Ainsi, en Nièvre, l'endettement s'accroît encore. D'autant plus que s'ajoute maintenant une nouvelle forme d'endettement, provenant des « reprises » et qui concerne chaque année quelques exploitations seulement mais pour des sommes importantes. Il s'agit des emprunts LMT contractés pour rembourser les parts de capital lors des successions ou dissolutions de GAEC familiaux. Cet endettement ne se traduit pas par un développement des moyens de production et leur encaissement doit être mis à part ; mais les remboursements sont bien à prendre sur les ressources de l'exploitation. Les nouveaux emprunts (88 900 F dont 61 p.100 sous forme de CT et dettes) auxquels s'ajoutent 14 600 F d'emprunts « reprise » excèdent les remboursements. Les encours progressent encore. Ils représentent au 1/1/1984, 312 000 F en moyenne par exploitation (soit 25 p.100 de la valeur du capital réduit), dont 20 p.100 de CT et dettes (contre 7 p.100 en 1978), véritable signe d'un « endettement de crise » (AUBERT *et al.*, 1984). A cela s'ajoutent 78 000 F d'emprunts fonciers, qui ne progressent plus guère depuis 1979. Compte tenu de ce supplément de ressources extérieures (reprises non compris), le disponible final (II) est proche de 50 000 F, en forte diminution sur 1982 (- 35 000 F) et même 1981, en francs courants. Ce disponible II qui représente 27 p.100 des ressources ou 43 p.100 du revenu agricole sert, rappelons-le, aux investissements divers non pris en compte ici (parts sociales, etc...) et surtout à faire face aux besoins familiaux et à l'épargne.

En Creuse, la situation est moins défavorable. Les ressources ont moins baissé et se retrouvent à un niveau supérieur à celui de la Nièvre. Les immobilisations sont du même ordre mais les remboursements sont plus faibles de telle sorte que le Disponible (I) est supérieur (73 000 F contre 30 000 F en Nièvre). Les nouveaux investissements sont un peu moins conséquents (59 800 F contre 69 300 F) et les nouveaux emprunts équivalent à peu près les remboursements. Le disponible II s'élève ainsi à 63 500 F, dépassant quelque peu celui de la Nièvre. Il représente 34 p.100 des ressources et 50 p.100 du revenu agricole. L'endettement ne s'est presque pas accru. Les encours au 1/1/1984 s'élèvent à 234 000 F (24 p.100 du capital réduit), mais la structure en est beaucoup plus favorable, les C.T. ne représentant que 4 p.100 du total. S'ajoutent 116 000 F de foncier, montant légèrement supérieur à la Nièvre et en augmentation légère depuis 1981 (de même d'ailleurs que les emprunts pour habitation, qui ne sont pas compris dans l'endettement d'exploitation mais qui reflètent une certaine évolution - en revanche, ceux-ci n'augmentent plus en Nièvre depuis 1978).

(4) Revenu agricole + produits exceptionnels (y compris augmentation de valeur du cheptel reproducteur) + amortissements.

TABLEAU 8
Endettement
(en francs courants)

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
1) - CAPITAL D'EXPLOITATION (1)(2)								
F/exploitation	740 255	762 378	996 489	1 147 289	1 234 072	775 002	890 835	991 716
2) - EMPRUNTS (1)								
21) - EMPRUNTS D'EXPLOITATION								
L.M.T. (F/exploitation)	221 091	212 341	227 226	222 574	214 274	196 874	219 599	225 156
(dont M.T. "calamite") F/exploit.	(73 798)	(59 681)	(37 769)	(19 706)	(14 618)	(14 769)	(10 882)	(5 470)
Reprise (F/exploitation)	-	-	-	13 934	35 337	0	0	0
Court terme (F/exploitation) (3)	11 820	21 717	33 028	36 042	52 798	6 866	6 867	6 400
O.C.C. (montant 31/12)	4 740	3 257	2 899	5 110	3 091	1 167	2 902	2 268
Dettes fournisseurs	-	2 903	626	3 870	6 452	0	679	799
TOTAL	237 561	240 218	263 779	281 530	311 952	204 907	230 047	234 624
%	32	32	26	25	25	26	26	24
22) - AUTRES EMPRUNTS								
Foncier (+ drainage) F/exploit.	57 342	76 574	81 273	79 067	77 724	105 410	108 865	116 322
Habitation F/exploit.	12 832	14 637	15 141	13 027	11 952	4 607	9 032	11 046
23) - TOTAL ENDETTEMENT	307 825	331 429	360 193	373 624	401 628	314 624	347 944	361 992
3) - REMBOURSEMENTS DANS L'EXERCICE								
(F/exploitation)								
31) - L.M.T. (capital)	27 466	32 726	30 570	33 849	35 879	20 988	26 271	31 438
311) - L.M.T. (capital) Reprise	-	-	-	1 079	1 965	-	0	0
32) - C.T. (capital)	19 156	24 004	25 305	33 719	30 613	6 200	5 333	3 700
33) - FONCIERS (annuités) + drainage	9 291	7 211	9 125	9 986	8 620	10 981	11 915	13 038
TOTAL (31)+(311)+(32)+(33)	55 893	63 941	65 000	78 633	77 077	38 168	43 519	48 176
(% du revenu agricole)	(79)	(105)	(39)	(38)	(66)	(27)	(25)	(38)
34) - O.C.C. (variation) (4)	886	2 316	4 423	1 141	2 074	0	0	1 001
35) - Dettes remboursées	-	123	0	209	2 544	0	0	679
TOTAL (31)+(311)+(32)+(33)+(34)+ (35)	56 779	66 380	69 423	79 983	81 696	38 168	43 519	49 856
(% du revenu agricole)	(80)	(109)	(42)	(39)	(70)	(27)	(25)	(39)
4) - NOUVEAUX EMPRUNTS D'EXPLOITAT.								
contractés dans l'exercice (1)								
41) - L.M.T.	43 646	22 690	33 417	29 405	34 256	63 120	45 021	41 054
42) - C.T.	10 587	21 717	33 028	36 733	47 596	6 866	5 333	4 900
43) - DRAINAGE	-	-	-	-	505	-	-	2 000
TOTAL	54 233	44 407	66 445	66 137	82 357	69 986	50 354	47 954
44) - O.C.C.	188	569	1 433	1 706	902	0	1 703	1 000
45) - DETTES (variation)	-	2 080	421	3 453	5 658	0	679	799
TOTAL (41)+(42)+(43)+(44)+(45)	54 421	47 056	68 299	71 296	88 917	69 986	52 736	49 753
46) - EMPRUNT REPRISE	-	-	-	3 509	14 639	-	0	0

(1) Situation au 31 décembre de chaque année

(2) Capital réduit = Capital cheptel + matériel + bâtiment (non compris les stocks, valeurs en terre et liquidités)

(3) Non compris les dettes fournisseurs et les O.C.C.

(4) Diminution du montant des O.C.C. (sortie - entrée)

(5) Augmentation du montant des O.C.C. (sortie - entrée)

TABLEAU 9

*Utilisation du revenu et financement des investissements
(en francs courants, par exploitation)*

Année	NIEVRE (57)					CREUSE (30)		
	1978	1979	1981	1982	1983	1981	1982	1983
<u>REVENU AGRICOLE (A)</u>	70 992	61 036	166 189	207 108	116 676	141 652	176 602	126 947
(dont aides, total)	(978)		(23 656)	(16 375)	(14 725)	(22 249)	(24 476)	(22 787)
% du cash-flow	73	62	72	72	64	72	70	68
<u>PRODUITS EXCEPTIONNELS</u>								
+ Aides exceptionnelles (1)	?	?	1 064	971	1 799	3 797	7 105	8 251
+ Recettes exceptionnelles sur vente de reproducteurs	?	352	435	394	777	612	1 560	1 205
+ Réévaluation cheptel reproducteurs	0	11 828	30 375	42 606	17 150	26 164	35 599	13 837
+ Autres (écart vente céréales sur valeur stock) + profits ou pertes exceptionnelles	-	-	-	634	5 341	-	1 373	3 768
<u>TOTAL (B)</u>		12 180	31 874	44 605	25 067	30 573	45 637	27 061
% du cash-flow		12	86	16	14	15	18	14
<u>ENSEMBLE (A) + (B)</u>		73 216	198 063	251 713	141 743	172 225	222 239	154 008
(dont aides)			(24 720)	(17 346)	(16 524)	(26 046)	(31 380)	(31 038)
% du cash-flow		75	86	88	78	87	88	82
<u>AMORTISSEMENTS</u> (matériel + bâtiments + améliorations foncières)	26 228	25 001	32 599	35 786	41 002	25 469	29 694	33 745
% du cash-flow	27	25	14	12	22	13	12	18
"CASH-FLOW" (ENSEMBLE RESSOURCES)	97 220	98 217	230 662	287 499	182 745	197 694	251 933	187 753
<u>VARIATIONS DES STOCKS DE PRODUCTION</u>								
+ Bovin : - variation pondérale	28 677	-3 056	22 117	33 352	20 067	26 195	26 415	36 321
- réévaluation élèves	0	7 812	50 886	58 124	9 650	31 656	37 241	7 064
- réévaluation reproducteurs	0	11 828	30 375	42 606	17 150	26 164	35 599	13 837
+ Ovin	1 689	1 858	2 487	2 441	1 199	343	1 826	-173
+ Porc	619	-43	10	-28	535	652	1 329	-707
+ Céréales + autres cultures de vente	5 750	1 167	2 597	8 063	-7 357	4 983	4 399	-8 239
<u>TOTAL</u>	36 735	19 566	108 472	144 557	41 245	89 993	106 809	48 103
% du cash-flow	38	20	47	50	23	46	42	26
Variation stocks aliments + engrais	-	-113	285	-37	29 767	1 046	3 752	16 168
<u>S O L D E</u>	60 485	78 764	121 905	142 979	111 733	106 655	141 372	123 482
<u>REMBOURSEMENTS D'EMPRUNTS (2)</u>	56 779	66 380	69 423	79 983	81 696	38 168	43 519	49 856
% du cash-flow	58	68	30	28	45	19	17	27
<u>D I S P O N I B L E (I)</u>	3 706	12 384	52 482	62 996	30 037	68 487	97 853	73 626
% du cash-flow	4	13	23	22	16	35	39	39
<u>NOUVEAUX INVESTISSEMENTS</u>								
+ Matériel	29 495	16 770	48 740	37 584	58 022	29 089	50 388	54 585
+ Bâtiments	17 410	12 949	8 768	12 916	17 563	8 054	24 176	14 645
+ Amélior.fonc.	2 727	6 570	3 625	4 054	2 582	2 942	2 593	2 141
- revente matériel	- 2 743	- 1 435	-10 033	- 5 241	- 8 836	- 2 539	- 6 985	- 11 547
<u>TOTAL</u>	46 839	34 854	51 100	49 313	69 331	37 546	70 172	59 824
% du cash-flow	48	35	22	17	38	19	28	32
<u>S O L D E APRÈS INVESTISSEMENTS</u>	-37 433	-22 470	1 382	13 683	-39 294	30 941	27 681	13 802
Nouveaux emprunts (sauf "reprise")(3)	54 421	47 056	68 299	71 296	88 917	69 986	52 736	49 753
<u>D I S P O N I B L E (II) (4)</u>	11 238	24 586	69 681	84 979	49 623	100 927	80 417	63 555
% du cash-flow	12	25	30	30	27	51	32	34
% du revenu agricole	16	40	42	41	43	71	46	50

(1) Amortissement des subventions d'équipement + primes orientations viande des Plans de Développement reçues + D.J.A. reçues

(2) L.M.T. + C.T. + foncier + diminution des O.C.C. et dettes (y compris L.M.T. reprise) (voir tableau 6)

(3) L.M.T. + C.T. + augmentation des O.C.C. et dettes (voir tableau 6). Les L.M.T. "reprise" ne sont pas inclus ici puisqu'ils servent à acquérir du capital déjà existant.

(4) Pour financer l'accroissement des stocks d'approvisionnement (sauf aliments et engrais) + les parts sociales et autres, les variations de liquidité (comptes courants) et les prélèvements familiaux.

Ces résultats moyens recouvrent des situations très différentes selon les exploitations, et certaines d'entre elles sont en situation très critique. Avant de les analyser, il est nécessaire de voir comment la conjoncture très différente des 2 campagnes 1982 et 1983, a pu modifier les facteurs qui déterminent le revenu.

VIII. Les facteurs déterminants du revenu sont différents entre 1982 et 1983.

Les principales relations entre les revenus par travailleur et par hectare et les principaux grands déterminants sont rassemblés dans le tableau 7ter, pour les deux campagnes 1982 et 1983, et pour le même échantillon d'exploitations (90 et 89). On ne peut faire ici l'analyse complète de l'ensemble du système de relations qui fera l'objet d'une autre publication.

Le système de relations est fortement influencé par la conjoncture des deux campagnes. Mais les modifications des relations sont beaucoup plus amples pour le revenu par travailleur que pour celui par hectare.

L'influence des différents critères dimensionnels sur le revenu par travailleur, qui était très forte en 1982 (et en 1981) est affaiblie en 1983, au profit de la valeur des performances économiques unitaires (par ha ou unité de cheptel). Le nombre d'UGB par UTH, qui est habituellement le facteur le plus déterminant dans ces systèmes de production, et dont l'impact était particulièrement fort en 1982, conserve en 1983, une « influence » significative mais amoindrie, alors que la productivité économique du cheptel, mesurée par la marge par UGBB acquiert un poids identique. L'évolution est encore plus large, et lourde de signification, en ce qui concerne la surface par travailleur, facteur de revenu déterminant en année favorable, et non déterminant en année défavora-

ble (sans acquérir, néanmoins encore, d'influence « détérioratrice »). En revanche, les résultats unitaires prennent d'autant plus de poids qu'ils sont eux-mêmes proches du revenu, chargement, kilo de viande, marge par UGBB, marge par ha SFP, revenu par ha SAU. En outre, le niveau des charges de structure accroît, en 1983, son influence négative, tout comme le taux d'endettement.

Cette modification dans la hiérarchie des facteurs observée ici est très générale et se constate régulièrement. Nous l'avons déjà rencontrée dans cet échantillon en 1979 par exemple, et dans d'autres échantillons dont l'analyse est menée conjointement avec la division TEEBO du CEMAGREF et certains CER. Elle est importante à considérer. Elle provient de 3 séries de phénomènes :

1. lorsque la conjoncture est défavorable, les résultats économiques unitaires sont affaiblis et les écarts de performance voient leur importance relative s'accroître ; les « contreperformances coûtent plus cher » ;

2. il y a une légère tendance à une réduction des performances économiques unitaires lorsque la dimension s'accroît, moins en ce qui concerne le cheptel lui-même, qu'en ce qui concerne l'utilisation de la SFP et le chargement : le résultat en apparaît dans la légère liaison négative entre revenu par hectare et dimension. Il faut préciser que cette tendance globale peut être contredite dans certaines grandes exploitations particulièrement efficaces et bien menées (c'est le cas dans l'échantillon) ;

3. enfin, et c'est le plus important, les charges de structure par travailleur sont très fortement dépendantes de la surface par UTH ($r = 0,87$ en 1982 et en 1983), liaison normale due en particulier aux charges résultant de l'équipement, mais qui se trouve renforcée, surtout en Nièvre, par les liaisons positives entre la proportion de fermage ou le montant unitaire des fermages avec la surface.

TABLEAU 7ter

Relation entre le revenu et les principaux déterminants
(mesuré par le coefficient de corrélation)

	Revenu par ha SAU			Revenu par UTH	
	1982	1983		1982	1983
SAU / UTH	- 0,28	- 0,37	Revenu F/ha SAU	0,53	0,80
SFP / UTH	- 0,20	- 0,24	SAU / UTH	0,62	0,17
Capital F/SAU	0,50	0,40	SFP / UTH	0,59	0,23
Taux d'endettement	- 0,29	- 0,31	UGB / UTH	0,72	0,46
Marge globale F/SAU	0,86	0,81	Capital F/UTH	0,70	0,38
Charges structures comparatives (F/SAU)	0,0	- 0,23	Taux d'endettement	- 0,25	- 0,33
Marge bovine finale F/UGBB	0,60	0,66	Marge globale F/UTH	0,87	0,66
Chargement	0,53	0,46	F/SAU	0,37	0,61
Marge SFP F/SFP	0,81	0,77	Charges structure comparatives (F/UTH)	- 0,17	- 0,24
Poids de viande par ha SFP			Marge SFP F/UTH	0,82	0,67
Brut	0,60	0,61	Marge bovine finale F/UGBB	0,32	0,49
Autonome		0,68	Chargement	0,24	0,38
			Marge SFP F/SFP	0,40	0,60
			Kilo de viande par ha SFP (brut)	0,24	0,44

IX. Un certain nombre de situations très critiques

Les revenus ont été très faibles voire négatifs pour certaines exploitations de la Nièvre, qui ont été particulièrement affectées par les circonstances de l'année.

Le tableau 10 rassemble les principales données (1983) de quelques élevages choisis parmi ceux qui ont les plus faibles revenus ou la plus mauvaise situation financière. On a distingué 3 groupes de 3 exploitations, très grandes, grandes ou moyennes, ayant régulièrement de mauvais résultats.

* Les exploitations très grandes et grandes ont un certain nombre de points communs. Les raisons de leurs difficultés sont variables mais on retrouve chez toutes une sensibilité particulière vis-à-vis des pluies d'hiver et de printemps : situation de fond de vallée ou de bord de Loire ayant subi des inondations en mai 1983 avec des pertes de fourrage et de céréales considérables, - grande importance des sols hydromorphes non drainés rendant le pâturage de printemps toujours difficile et s'opposant à l'augmentation du chargement, avec pour conséquence supplémentaire en 1983 des croissances médiocres ou la nécessité de vendre plus tôt les animaux. En outre, toutes ces exploitations ont une faible densité de main-d'œuvre, les très grandes de par leur surface

puisqu'elles ont plus de 2 travailleurs (dont un salarié), les grandes par le fait que l'éleveur travaille seul ou presque ; les surfaces par travailleur vont ainsi de 68 à 110 ha par U.T.H.. De plus, la proportion de fermage est élevée et même exclusive dans les 3 grandes exploitations, avec les conséquences que l'on sait sur les charges de structure et les possibilités d'aménagement des bâtiments.

La faible densité de main d'œuvre conduit à deux équilibres différents d'exploitation (types ou « profils »). Certains éleveurs ont élargi la part des céréales à 45-50 p.100, alors que les conditions de sol ne permettent pas l'obtention de rendements suffisants et les marges sont moyennes ou médiocres, sans que pour autant le chargement (1,0 à 1,30) et les résultats de la S.F.P. soient très élevés. Les autres ont peu augmenté la part des céréales (30 p.100) mais les chargements restent également médiocres (0,70 à 1,10), la main d'œuvre limitée ne permettant pas le développement du cheptel, surtout lorsqu'il est difficile d'améliorer les bâtiments. Dans 5 élevages, le système de production repose sur la vente d'animaux maigres (broutards ou taurillons de 18 mois) et le sixième est en transition du 18 mois maigre à l'engraissement de taureaux de deux ans, et dans tous les cas les marges par UGBB comme par hectare sont inférieures à la moyenne générale.

Ces deux formes différentes d'extensification se traduisent par des marges globales faibles par hectare, d'autant plus que les aides sont plafonnées (telle la prime vache allaitante) ou inexis-

TABLEAU 10

Principaux résultats d'exploitations en difficulté
(Campagne 1983)

TYPE DE STRUCTURE	TRES GRANDES (3)	GRANDES (3)	MOYENNES (3)		TRES GRANDES	GRANDES	MOYENNES
Surface (ha)	171	105	77	Marge globale par ha (F)	2 599	1 853	2 826
Fermage (%)	73	100	74	dont : aides générales (F)(4)	13	0	6
U.T.H. (nb)	2,45	1,10	1,70	Charges de structure comparatives par ha (F)(5)	2 441	1 917	2 351
S.F.P. % S.A.U.	69	69	83	Revenu du travail + capitaux par ha (F)	158	- 64	475
S.A.U. / U.T.H. (ha)	70	95	45	Marge globale par U.T.H. (F)	181 880	174 940	126 430
Capital d'exploitation (1) (F/ha)	9 261	7 154	11 228	Revenu du travail + capitaux par U.T.H. (F)	11 255	- 2 920	20 340
Taux d'endettement (2) (%)	33	34	44	Par Exploitation (F) :			
Rendement en céréales (qx/ha)	37	28	28	. Revenu Agricole	2 588	- 6 226	28 408
Marge par ha céréales + ACV (F)	2 409	1 161	1 302	. Total ressources (cash flow)	108 466	36 803	67 164
Marge bovine finale par UGBB (F)	2 201	2 421	2 397	. Variations des stocks			
Chargement	1,12	0,90	1,21	de production	85 726	- 27 393	- 23 660
Marge S.F.P. par ha S.F.P. (F)	2 774	2 198	2 974	d'approvisionnement	67 680	9 808	15 037
Poids de viande bovine par UGBB (3)	200	196	207	. Remboursement emprunts	155 403	57 274	72 935
Poids de viande total par ha SFP (3)	215	178	255	(dont emprunts fonciers)	(13 362)	(0)	(16 420)
Proportion de salariés (%)	45	6	22	. Disponible (I)	- 202 343	- 2 883	2 855
U.G.B. / U.T.H. (nb)	54	59	45	. Nouveaux investissements	49 292	43 115	59 688
				. Nouveaux emprunts	171 560	37 974	110 057
				. Disponible (II)	- 80 075	- 8 024	53 223

(1) Cheptel + Matériel + Bâtiments

(2) Foncier exclu

(3) "autonome" (déduction faite du concentré) en kilo vif.

(4) Aides compensatrices (ISM, ISP, ICO) et aides au revenu

(5) + Charges proportionnelles non affectables.

tantes (pas d'aides compensatrices en zone défavorisée « simple » (*). En revanche, les charges de structure sont alourdies par les frais de mécanisation et parfois de bâtiments, par les charges de travail (cotisations et parfois salaires), par le niveau élevé des fermages et aussi par les frais issus d'un endettement aggravé (taux de 38 à 67 p.100 selon les exploitations). Celui-ci provient à la fois d'un effort de modernisation rendu nécessaire pour faire face au travail sans qu'il y ait de ressources d'autofinancement, et d'une croissance continue des courts termes réalisés pour combler l'insuffisance chronique de revenu et surtout de disponible (le Disponible II étant manifestement alimenté par les emprunts).

*Finale*ment, ces exploitations accusent fortement le processus de crise qui atteint à des degrés divers beaucoup d'exploitations de ces zones. Il se caractérise par la régression économique d'un système peu intensif dégageant des marges faibles et irrégulières, qui doit faire face à des charges de structure, notamment foncières et sociales indaptées et sans cesse croissantes, et à des charges de capital très lourdes, dont la maintenance absorbe une part très élevée des ressources dégagées. Situation très différente des systèmes céréaliers extensifs que l'on rencontre dans certaines régions de grande culture, où la maîtrise des rendements est assurée, les charges foncières plus réduites et l'exigence en capital moins grande.

* Les 3 exploitations moyennes présentent des situations différentes qu'il n'est néanmoins pas possible de décrire individuellement. Elles ont toutes une densité de main-d'œuvre plus forte que les précédentes, avec 40 à 50 ha par U.T.H., ce qui conduit à une orientation fourragère beaucoup plus prononcée (et légèrement supérieure à la moyenne générale de l'échantillon). Ces exploitations sont en croissance mais la mauvaise qualité des sols ou les contraintes de financement limitent le chargement, et la quantité de cheptel par travailleur est insuffisante (42 à 49 UGB/UTH). Deux exploitants engraisent leurs veaux mâles et un autre les vend en broutards, avec des résultats techniques moyens dans deux cas (marge de 2 600 F à 2 700 F par UGBB) mais nettement insuffisants dans le 3^e élevage qui engraisse des chatrons de 3 ans (404 kg de carcasse à 35,9 mois avec une marge de 1 800 F par UGBB). Les marges de la surface fourragère vont de 2 200 à 3 900 F par hectare, selon le chargement mais celles des cultures de vente sont inférieures à 2 000 F par ha. Compte tenu des charges de structure, les revenus sont inférieurs à 1 000 F par hectare (43,494 et 889 F/ha).

Les trois exploitations sont fortement endettées, pour des raisons différentes. Deux le sont par suite d'un effort important de modernisation, entrepris depuis plusieurs années malgré des revenus régulièrement faibles, et un endettement à court terme s'ajoute à celui à long terme (les taux sont de 52 et 66 p.100 sur capital réduit). La troisième a un endettement foncier très lourd. Les remboursements + les annuités foncières (60 à 90 000 F par entreprise) excèdent nettement le revenu agricole (3 000 à 68 000 F) mais les réactions des éleveurs ont été différentes pour maintenir un niveau de vie minimum (Disponible II). L'un a poursuivi son équipement matériel en empruntant largement dans le cadre d'un Plan et en augmentant les courts termes. Les

deux autres ont également accru leur endettement (avec appel aux prêts calamité), sans investir ou très peu, mais l'un deux, qui produit des broutards, a beaucoup décapitalisé en réduisant le cheptel femelles, compromettant sérieusement l'avenir.

Conclusion

La campagne 1983 marque le début d'une nouvelle période de difficultés pour l'élevage allaitant des régions herbagères charolaises, après la phase de rétablissement des années 1980-1982. Elle résulte de la combinaison d'excès climatiques dont les conséquences sont accentuées dans ces zones à sol difficiles, et du retournement de conjoncture, dont les effets sont amplifiés dans ces systèmes spécialisés à faible niveau de rentabilité, et plus spécialement dans les exploitations déjà fortement endettées. La régression des résultats économiques est particulièrement importante dans les élevages producteurs d'animaux maigres dont les courts ont évolué d'une façon plus défavorable encore que ceux des animaux de boucherie. Malgré la très bonne récolte céréalière, le revenu diminuera encore en 1984 du fait de l'évolution des cours.

Pourtant, on constate dans ces exploitations une évolution technique manifeste et une progression de la productivité du travail très importante. La croissance du troupeau s'est maintenue dans la plupart des exploitations en 1983, malgré les difficultés de trésorerie que cela entraîne. Les performances de productivité du troupeau de mères se maintiennent malgré le nombre croissant de vêlages à assurer et de têtes de bétail à soigner. L'avancement des dates de mises-bas se maintient malgré une série de printemps défavorables, grâce à une meilleure conduite du troupeau. L'alourdissement des produits, en particulier des animaux engraisés est important depuis quelques années. Il a été contrarié par les conditions climatiques de l'année, et cela s'est fait particulièrement sentir pour les maigres de 15-20 mois et les bœufs de 26-30 mois finis précocement à l'herbe, malgré la complémentation ; en revanche, il s'est poursuivi pour les animaux finis à l'auge, sauf les taurillons qui restent trop légers en Creuse et dont la production rencontre beaucoup de difficultés dans ce type de systèmes fourragers.

La première inquiétude vient de la croissance continue des charges, et particulièrement des charges de structure, dont l'évolution échappe en grande partie aux éleveurs, ou qui sont la contrepartie d'un équipement toujours plus coûteux pour assurer la croissance de la productivité du travail. De nouvelles charges apparaissent, comme celles issues de la fiscalité et qui expliquent par exemple une partie de la forte croissance des « charges diverses ». Compte tenu de la surface, les charges de structure sont particulièrement élevées par hectare en Nièvre, où le niveau des fermages et de certaines cotisations ne correspond plus au potentiel productif des sols, et l'incidence économique en est accrue par l'importance des surfaces affermées.

La seconde difficulté provient du niveau élevé de l'endettement. Certes, le taux d'endettement évolue peu, l'augmentation continue des encours trouvant un répondant financier dans la prise de valeur du cheptel. Mais, compte tenu de la fraction importante du revenu qui est immobilisée, les remboursements

(*) sauf l'indemnité compensatrice ovine.

prennent un poids économique croissant. On peut d'ailleurs constater que le revenu disponible (I), à la disposition des éleveurs pour l'autofinancement des nouveaux équipements et pour la vie familiale ne représente que 20 à 30 p.100 du revenu agricole en Nièvre et 50 à 60 p.100 en Creuse, où l'endettement est plus faible par rapport au revenu et sa structure plus favorable puisque beaucoup moins à court terme. Ces exploitations souffrent constamment d'un manque de trésorerie. Tout investissement de modernisation ou même le maintien des équipements, dont les valeurs s'accroissent plus vite que le niveau général des prix, n'est possible qu'avec emprunt, et toute difficulté de revenu entraîne un accroissement des courts termes générateurs de nouvelles tensions financières.

La campagne 1983 a montré plus spécifiquement la fragilité économique croissante des systèmes peu intensifs qui peuvent être pratiqués dans ces régions, plus particulièrement dans certaines exploitations disposant de peu de main-d'œuvre, ou dans des exploitations qui ont du mal à investir du fait d'un niveau d'endettement déjà élevé (parfois d'origine foncière), ou de prélèvements familiaux obligatoirement conséquents. Les contraintes de travail ou les contraintes financières rendent difficiles la croissance du cheptel, les chargements restent faibles et ces éleveurs sont amenés à développer les céréales qui exigent moins de travail et moins de dépenses par unité de surface, et apparemment moins de capital. Mais la maîtrise des rendements reste incertaines dans ces zones, et les marges des cultures de vente sont dans beaucoup d'exploitations régulièrement inférieures à celles de la surface fourragère, contribuant, on l'a vu, à de faibles marges globales par hectare. L'année 1984 fera heureusement exception (comme l'avait déjà fait 1974) et cela atténuera un peu les effets de l'aggravation de la baisse des cours des bovins et des ovins. Le différentiel de hausse des charges de structure, qui sont souvent aussi élevées dans beaucoup de ces exploitations peu intensives que dans les autres, lamine plus rapidement encore le revenu, et rend de plus en plus difficile le rétablissement de la situation.

On voit l'urgence des mesures permettant aux éleveurs de ces régions de retrouver des conditions plus normales de développement. Elles sont de plusieurs ordres. Certaines sont relatives au niveau de certaines charges liées au sol. D'autres devraient concerner la valorisation des produits du troupeau allaitant de ces zones difficiles ; mais que faire de spécifique face à une extension des troupeaux allaitants dans des zones plus favorisées, notamment à la suite des quotas laitiers, face à une offre globale souvent excédentaire et toujours mal contrôlée et face à une banalisation croissante de la demande en viande ? Il faudrait aussi conforter les moyens d'assurer une croissance par intensification et diversification raisonnée, grâce à une augmentation et surtout une régularisation indispensable des rendements fourragers et aussi céréaliers. Cela exige un retour vers les améliorations foncières, dont l'assainissement est un des aspects les plus importants. C'est souvent un préalable pour beaucoup d'exploitations. Compte tenu de leurs coûts, des délais nécessaires pour en recueillir les fruits et de l'étendue des surfaces concernées, la participation de la collectivité à un haut niveau s'avère indispensable. Un certain nombre de voies d'améliorations techniques sont disponibles pour ces zones, mais il faudrait y renforcer spécifiquement l'encadrement de terrain. Il faudrait aussi mieux rechercher et mettre en œuvre

tous les moyens pour réduire le coût des investissements en bâtiments et même en matériel malgré les obstacles et les réticences, car la maîtrise des charges est de plus en plus indispensable. Il faudrait alléger les contraintes financières qui pèsent sur nombre d'exploitations de ces zones défavorisées, mais comment ? L'aboutissement d'un programme collectif de développement s'avère prioritaire et pressant pour l'ensemble du bassin allaitant charolais et limousin du Nord Massif Central.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous ceux qui ont permis la réalisation de cette étude, les Organisations professionnelles des départements de la Nièvre et de la Creuse, Services « Etude et Développement » et Services « Comptabilité-Gestion » des Chambres d'Agriculture, E.D.E., C.E.R. de Lépaud, Coopérative des jeunes Bovins de la Creuse, et tout particulièrement les éleveurs qui acceptent de travailler avec nous.

Références bibliographiques

- CARRERE G., LIENARD G., 1976. Résultats économiques d'un groupe d'élevages de vaches Charolaises (Evolution sur 4 ans : 1971-1974). *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **23**, 19-34.
- CARRERE G., LHERM M., MARZIN J., LIENARD G., 1981. Résultats économiques de l'année 1979 pour un groupe d'élevage charolais nivernais. Evolution par rapport aux années 1978, 1975 et 1971 et conséquences générales. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **43**, 37-48.
- LHERM M., BEBIN D., LIENARD G., MARZIN J., CARRERE G., 1982. En élevage charolais des zones herbagères, la situation s'est améliorée en 1980, mais bien des difficultés subsistent. Situation d'un groupe d'élevage charolais nivernais et évolution par rapport à 1979, 1975 et 1971. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **47**, 55-68.
- I.T.E.B.-G.E.B., 1981. L'évolution dans les zones herbagères du Nord Massif central, n° 81-031, 63 p.
- CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA NIEVRE, 1983. L'agriculture nivernaise, 50 p.
- DOLBEAU J., 1983. Evolution des principales caractéristiques de l'agriculture nivernaise. *Service Etude, Chambre d'Agriculture de la Nièvre*, 14 p.
- FAURE M., NOLOT R., 1983. Système bovin allaitant intensif en Creuse. *Service Gestion, Chambre d'Agriculture de la Creuse*, 19 p.
- LHERM M., BEBIN D., LIENARD G., MARZIN J., 1983. Elevage allaitant charolais en zone herbagère défavorisée. Situation 1982 d'un groupe d'élevages de la Nièvre et de la Creuse. Evolution par rapport à 1981, 1979 et 1971. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **54**, 73-92.
- CORBEX M., 1984. Etude de groupe, campagne 1983. *C.G.A.A. de la Nièvre*, 29 p.
- VILLE G., LEGENDRE J., 1984. Un système de production de châtreaux de 18 mois maigre en Centre Nivernais. *Service Technique, Chambre d'Agriculture de la Nièvre*, 17 p.
- BOUSSET J.P., BAUD G., BRIOLS G., FOUILLET D., LIENARD G., BEBIN D., 1984. Etude technico-économique de trois systèmes de production dans l'Allier. *Etude concertée, Service économique Chambre d'Agriculture de l'Allier, Division TEEBO, CEMAGREF (Riom), Lab. Economie Elevage INRA (Theix), Union Charolais Elevage*, 36 p.
- DESBROSSE B., MAAROUN M., 1984. Des Plans de Développement dans l'Allier. *Publ. INRA, Economie rurale Paris*, 111p.
- AUBERT D., BOMPART J.P., DESBROSSES B., LEON Y., POSTEL-VINAY G., RIO P., 1984. Les agriculteurs et le crédit. *Cahiers d'Economie et Sociologie rurales*, **1**, 117 p., INRA Publ.

Congrès, Symposium, Réunions Internationales

Une réunion d'Eurowilt, groupe de chercheurs européens sur l'ensilage, s'est tenue en novembre 1983 à Braunschweig (R.F.A.) pour mettre en commun les résultats d'essais coordonnés dans de nombreux centres d'Europe de l'Ouest.

J.P. DULPHY et J.P. ANDRIEU ont présenté les résultats d'un essai conduit à Orcival. Tous les exposés des deux jours de réunion sont publiés dans Landbauforschung Völkenrode sous le titre « *Efficiency of silage systems : a comparison between unwilted and wilted silages* » (Zimmer E. et Wilkins R.J. Ed.).

Des journées d'études sur les « **Sciences des Aliments** » ont été organisées par l'Association Française de Nutrition les 13 et 14 décembre 1983 à Dijon.

Thème 1 : *Comportement et consommation alimentaires*

- B. LASSAUT, B. SYLVANDER, C. TOURAILLE, F. SAUVAGEOT : L'évaluation comparée des propriétés sensorielles de deux produits, identiques par leurs caractéristiques d'usage mais différenciés et substituables lors de l'acte d'achat.

Thème 3 : *Méthodologie de l'évaluation des propriétés sensorielles*

- C. BUCHARLES, J.P. GIRARD, J. SIRAMI, G. PASCAL : Essais de caractérisation d'un saucisson acide.
- C. TOURAILLE : Qualité de l'évaluation de l'intensité sucrée de solutions au moyen d'une épreuve de notation, sans présence de témoin.

Thème 5 : *Effet des traitements sur les propriétés sensorielles*

- B. DESMOULIN, J.P. GIRARD, A. FROUIN : Acceptabilité des viandes porcines selon les transformations technologiques appliquées.

Les 16^{èmes} Journées de la Recherche porcine en France se sont tenues à Paris les 1, 2 et 3 février 1984.

Sur le thème : carcasses et viandes, les chercheurs du centre ont présenté les communications suivantes :

- G. MONIN, J. GRUAND, Dominique LABORDE, P. SELLIER : L'effet Hampshire sur les qualités technologiques de la viande de porc.
- C. TOURAILLE, G. MONIN : Comparaison des qualités organoleptiques de la viande de porcs de trois races : Large White, Landrace Français, Landrace Belge.
- A. BALAND, G. MONIN : Relation entre développement musculaire et teneur du muscle en collagène chez le porc.

- P. SELLIER, G. MONIN, Y. HOUIX, P. DANDO : Qualité de la viande de quatre races porcines : Relations avec la sensibilité à l'halothane et l'activité créatine phosphokinase plasmatique.

Des journées sur le « **Métabolisme énergétique et intermédiaire** » organisées par l'Association française de Nutrition se sont tenues à Lyon les 13 et 14 février 1984. Les chercheurs du centre ont présenté les communications suivantes :

- B. AUROUSSEAU, M. VERMOREL : Influence de l'ingestion de tricapriline sur l'efficacité d'utilisation de l'énergie métabolisable ingérée pour la fixation de protéines et de lipides tissulaires chez l'agneau préruminant.
- B. AUROUSSEAU, M. VERMOREL : Influence de l'ingestion d'acide caprique sur l'efficacité d'utilisation de l'énergie métabolisable ingérée pour la fixation de protéines et de lipides tissulaires chez l'agneau préruminant.
- D. BAUCHART, B. AUROUSSEAU : Influence de l'addition de sorbitol à un aliment d'allaitement sur le métabolisme des lipides chez le veau préruminant.
- C. DEMIGNE, C. REMESY, P. FAFOURNOUX : Influence d'une forte disponibilité en ammoniac sur le métabolisme hépatique de la glutamine.
- D. DURAND, D. BAUCHART, J. LEFAIVRE : Bilan hépatique *in vivo* du cholestérol chez le veau préruminant.
- P. FAFOURNOUX, C. REMESY, C. DEMIGNE : Modifications des gradients ioniques dans les hépatocytes isolés au cours de la préparation des cellules : influence du jeûne et des acides aminés.
- M. VERMOREL, J. VERNET, C. DARDILLAT, SAIDO, M.J. DAVICCO : Thermorégulation du veau nouveau-né. 1. Influence de la race ; 2. Influence des conditions de mise-bas.

- La 10^{ème} Journée sur les Recherches chevalines s'est tenue le 7 mars 1984 à Paris. Elle était organisée par le CEREOPA (16, rue Claude Bernard).

2 rapports ont été présentés lors de cette journée :

- M. VERMOREL, R. JARRIGE et W. MARTIN-ROSSET : Expression des besoins énergétiques du cheval.
- W. MARTIN-ROSSET, J. ANDRIEU et M. VERMOREL : Valeur des aliments chez le cheval : tables de la valeur alimentaire.

Un colloque international sur la « Diarrhée du Jeune » organisé par le CNRS et le CNERNA s'est tenu à Versailles du 13 au 15 mars 1984. Plusieurs communications ont été présentées par des chercheurs du Centre :

- G. CABELLO, D. LEVIEUX, J.P. GIRARDEAU : Influence des hormones thyroïdiennes sur l'apparition des diarrhées néonatales chez le ruminant.
- M. CONTREPOIS, J.P. GIRARDEAU, Ph. GOUET : Colibacillose entérot toxique bovine : épidémiologie et vaccination.
- C. DEMIGNE, C. REMESY : Influence des acides gras volatils sur l'absorption de l'eau et des électrolytes : application à la réhydratation et à la lutte contre l'acidose dans les cas de diarrhée.

Lors de la **première Conférence annuelle sur l'Obésité** qui s'est tenue à Paris le 23 mars 1984, deux communications ont été présentées par les chercheurs du Centre :

- J. ROBELIN, Y. CHILLIARD : Cellularité et activité LPL des différents dépôts chez la vache adulte en cours d'engraissement.
- Y. CHILLIARD, J. ROBELIN, B. REMOND : Estimation *in vivo* de la mobilisation et de la reconstitution des réserves lipidiques chez la vache laitière.

La 10^{ème} réunion du Groupe Développement - INRA - Productions Animales, s'est tenue à Rennes les 9 et 10 mai 1984 :

- Y. CHILLIARD, J. ROBELIN : Activité lipoprotéine-lipase de différents dépôts adipeux, et ses relations avec la taille des adipocytes chez la vache adulte tarie en cours d'engraissement ou en début de lactation.
- Y. CHILLIARD, B. REMOND, J. ROBELIN : Variations des réserves lipidiques chez la vache en lactation, estimées par différentes méthodes.

Un colloque de la Société Française de Buiatrie (GRDEPV) s'est tenu à Paris le 16 mai 1984. Une communication a été présentée par :

- M. CONTREPOIS : *Escherichia coli* pathogène

Le 3^{ème} Congrès international du Lupin s'est tenu à La Rochelle du 4 au 8 juin 1984.

- E. MENDES PEREIRA, R. PION ont présenté la communication suivante : Digestive and metabolic utilisation of lupine amino acids : effects of heat.

Un symposium sur les oligoéléments chez l'homme et les animaux s'est tenu à Aberdeen (Ecosse) du 28 juin au 4 juillet.

- M. LAMAND a présenté la communication suivante : « Comparison of pe os or intramuscular treatment of zinc deficiency in sheep ».

- La 35^{ème} réunion annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie (F.E.Z.) s'est tenue à La Haye (Pays-Bas) du 6 au 9 août 1984.

Les différentes commissions se sont réunies selon le schéma habituel.

Les rapports ou communications suivantes ont été présentés par des chercheurs du Centre :

Commission de production bovine

- M. JOURNET : Systèmes d'alimentation hivernale à faible coût de production laitière.

Commission de production chevaline

- W. MARTIN-ROSSET, J. ANDRIEU et M. VERMOREL : Digestibilité des fourrages et des concentrés chez le cheval.
- J.L. TISSERAND : Particularités de la digestion chez le cheval.
- N. MIRAGLIA et J.L. TISSERAND : Estimation de la digestibilité des fourrages par testage *in vitro*.

Commission de nutrition animale

- P. MORAND-FEHR, D. SAUVANT et P. BAS : Effet de l'apport de graisse animale, d'huile et de graines oléagineuses sur les performances des chèvres laitières.

Commission sur l'exploitation des animaux et la santé animale

- P. MORAND-FEHR, P. BAS, J. HERVIEU et D. SAUVANT : Caractéristiques métaboliques des chèvres hautes productrices en liaison avec les risques de troubles métaboliques.

La XIV^{ème} réunion annuelle de l'« European thyroid association » s'est tenue à Rotterdam du 3 au 7 septembre 1984 :

- C. WRUTNIAK, G. CABELLO : Thyroid hormone action on the lipolytic effect of norepinephrine in the newborn lamb.

Un symposium satellite du VI^{ème} Symposium international sur la Physiologie du Ruminant, sur les Techniques de mesure de la taille des particules dans les aliments et dans les contenus digestifs des Ruminants a eu lieu à Banff (Canada) les 7 et 8 septembre 1984.

- Elisabeth GRENET a présenté la communication suivante : Méthode de tamisage en milieu humide pour la mesure de la taille des particules dans les contenus digestifs des herbivores.

Le VI^{ème} Symposium international sur la Physiologie du Ruminant : Contrôle de la digestion et du métabolisme chez les Ruminants, s'est tenu à Banff (Canada) du 10 au 14 septembre 1984.

De nombreuses communications ont été présentées par des chercheurs du Centre.

- D. BAUCHART, R. VERITE et B. REMOND : Long-chain fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn.
- Y. CHILLIARD, J. ROBELIN et B. REMOND : *In vivo* estimation of body lipid mobilization and reconstitution in dairy cattle.

- D. DURAND, D. BAUCHART et J. LEFAIVRE : *In vivo* hepatic balance of lipids and glucose in the calf ; effect of sorbitol intake.
- G. FONTY, J.P. JOUANY, J. SENAUD, Ph. GOUET et J. GRAIN : The evolution of microflora, microfauna and digestion in the rumen of lambs from birth to 4 months
- Ph. GOUET, G. FONTY, J.P. JOUANY et J.M. NEBOUT : Cellulolytic bacteria establishment and rumen digestion in lambs isolated after birth.
- Elizabeth GRENET, W. MARTIN-ROSSET et M. CHENOST : Compared size and structure of plant particles in the horse and the sheep feces.
- P. GUILLOTEAU, J.A. CHAYVIALLE, R. TOULLEC, J.F. GRONGNET et C. DARDILLAT : Early life pattern of plasma secretin level in calves.
- C. PONCET et A. AL ABD : Particulate and fluid passage studies in sheep fed a hay-based diet.
- K. USHIDA, J.P. JOUANY, Bernadette LASSALAS et P. THIVEND : Protozoal contribution to nitrogen digestion in sheep.
- K. USHIDA, J.P. JOUANY, Bernadette LASSALAS et P. THIVEND : Protozoal contribution to nitrogen digestion in sheep.
- P. THIVEND, Michèle DEBARRE, J. LEFAIVRE et R. TOULLEC : Influence of sorbitol on biliary secretion in the preruminant calf.
- R. VERITE, B. REMOND et M. JOURNET : Sites of organic matter and protein digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn.

Le 30^{ème} Congrès Européen des Chercheurs en Viande s'est tenu du 14 au 19 septembre 1984 à Bristol (Grande-Bretagne). Les communications suivantes ont été présentées par des chercheurs du Centre :

Session 2 : Post-slaughter handling

- B. HOULIER et P. SALE : Electrical stimulation efficiency and distribution of electric potential and electric field along lamb carcasses.

Session 3 : Muscle biology

- A. OUALI, A. OBLED, Christiane DEVAL, Nicole GARREL et C. VALIN : Proteolytic action of lysosomal proteinases on the myofibrillar structure. Comparison with the CaANP effects on the *post mortem* changes.
- Madeleine BONNET et J. KOPP : Degradation du collagène musculaire de bovin par une collagénase produite par *Achromobacter iophagus*.
- J. KOPP, Madeleine BONNET, M. ZABARI, J.P. RENOU, C. VALIN : Influences relatives du sexe et d'un traitement anabolisant sur les caractéristiques du muscle Long dorsal de veau.
- Dominique LABORDE, A. TALMANT, G. MONIN : Relations entre types métabolique et contractile de muscles de porc et pouvoir de rétention d'eau de la viande.

Session 4 : Influence of technology on eating quality

- C. VALIN, C. TOURAILLE, M. ZABARI, J.P. RENOU : Influence des anabolisants sur la qualité des viandes de veau.
- B. DESMOULIN, J.P. GIRARD, A. FROUIN : Acceptabilité des viandes porcines suivant la qualité des graisses après transformations technologiques.
- J. LEPETIT et P. SALE : Propriétés rhéologiques du tissu musculaire en compression.
- P. SALE, Yolande NOEL, A. LASTEYRAS, C. OLEON : Dispositif pour l'étude des propriétés rhéologiques des viandes.

Session 5 : Microbiology and storage

- Marie-Christine MONTEL : Nutritional requirements of lactobacilli spp. from meat.

Session 7 : Meat products

- S. DANTCHEV, J.P. GIRARD, P. VELINOV et V. SHNECKEL : Effect of the mode of cutting on the microstructure of cooked perishable sausages.

Une conférence internationale sur « **Peptide Hormone Receptors** » s'est tenue à Paris du 19 au 21 septembre 1984.

- J. GRIZARD, M. LESNIAK et J. ROTH ont présenté la communication suivante : Extrapancréatique cellular insulin in rat some methodological and physiological studies.

Des journées sur la composition chimique du lait et ses incidences technologiques se sont tenues à Rennes les 26, 27 et 28 septembre 1984.

Ces journées qui ont réuni environ 250 participants ont été organisées conjointement par l'INRA, l'ENSAR et l'INAPG avec la participation de chercheurs, d'enseignants, d'ingénieurs de l'ITEB et de professionnels de l'industrie laitière. Elles s'adressaient aux cadres scientifiques et techniques de la production et de la transformation, aux enseignants et administratifs. trente communications ont fait le point des acquis sur 1) les constituants du lait et les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, 2) l'évolution récente de la composition du lait au contrôle laitier et à la collecte, 3) les variations de la composition du lait selon les races, la sélection génétique, le stade physiologique, l'âge, l'alimentation, 4) les modifications de la composition du lait de la traite à l'usine, 5) les conséquences technologiques et les moyens d'y remédier. Pour clore ces journées, une table ronde sur la qualité du lait et son mode de paiement animée par les représentants des principaux organismes professionnels (FNPL, FNIL, FNCL, CNIEL) et de la Direction de la Qualité et des Industries agricoles et alimentaires du Ministère de l'Agriculture a permis de confronter les points de vue des producteurs et des utilisateurs.

Les rapports remis aux participants lors de ces journées, seront pour l'essentiel, publiés dans un ouvrage édité par le CEPIL ou dans le Bulletin technique de l'INRA de Theix, pour ceux concernant la sélection et l'alimentation en particulier.

Le 5^{ème} groupe de travail européen sur les pâturages s'est tenu à Edimbourg (Ecosse) au Hill Farming Research Organization du 2 au 5 octobre 1984. Il faisait suite à celui organisé à Theix en septembre 1981.

Plusieurs chercheurs du Centre ont présenté des communications :

- J.P. BRUN : Presentation of an electronic system for measurement of grazing behaviour.
- M. CHENOST : Methodological aspects of estimating herbage digestibility in grazing conditions with sheep, cattle and horses, from oesophageal and faecal index techniques.
- S. PRACHE : Electronic device to determine influence of number of lambs suckled and feed supplementation on grazing behaviour.

Un colloque international sur la Diarrhée du Veau s'est tenu à Marloie en Belgique le 3 octobre 1984. M. CONTREPOIS a présenté une communication sur l'épidémiologie des diarrhées infectieuses du veau.

Un colloque international sur les « **Maladies de la chèvre** » organisé par l'INRA, le Ministère de l'Agriculture, le Conseil Général de Poitou-Charentes, l'ITOVIC, l'IEMVT, les ENV, la SNGTV s'est tenu à Niort du 10 au 12 octobre. Six communications ont été présentées :

- M. CONTREPOIS, Ph. GOUET, Muriel NACIRI : Cryptosporidiose expérimentale chez les chevreaux et des agneaux axéniques.
- M. CONTREPOIS, P. GUILLIMIN : Vaccination anti-*Escherichia coli* K99 chez la chèvre.
- Ph. GOUET : Pathologie digestive du chevreau nouveau-né.
- M. LAMAND : La pathologie liée aux carences en oligo-éléments.
- D. LEVIEUX : Transmission de l'immunité passive colostrale chez les petits ruminants.
- Y. RAYSSIGUIER : Magnésium et pathologie associée au déficit magnésique.

Le 18^{ème} Symposium européen sur « Calcified Tissues » s'est tenu à Angers du 15 au 18 octobre 1984.

- J.P. BARLET : Calcitonin regulates Ca placental transfer in sheep.

Un Séminaire FAO sur l'Alimentation et la Nutrition des Caprins s'est tenu à Grangeneuve (Suisse) du 16 au 18 octobre 1984.

- P. BAS, P. MORAND-FEHR, A. ROUZEAU, Y. CHILLIARD ont présenté une communication sur : « Weight and metabolism of goat adipose tissues during pregnancy and lactation ».

Un symposium international sur « **les Anabolisants en Production animale et en Nutrition humaine** » organisé par la Fondation de Nutrition italienne, s'est tenu à Rome les 19 et 20 octobre 1984.

- Y. GEAY a présenté une communication sur les « Etudes entreprises en France sur l'utilisation des anabolisants dans la production de viande bovine ».

La XV^{ème} réunion de l'Association française de Nutrition (AFN) « Ingestion - Digestion - Absorption » s'est tenue à Versailles les 24 et 25 octobre 1984 :

- M. DOREAU, Agnès DELACROIX, B. REMOND : Liaisons entre la digestion et le stade physiologique chez la vache laitière : rôle du temps de transit.

Une journée CAAA (Cycle approfondi d'Alimentation animale) sur le thème « Peut-on et comment utiliser les matières grasses dans les rations des vaches laitières » a été organisée par l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, le 8 novembre 1984. Diverses communications ont été présentées par les chercheurs du Centre :

- D. BAUCHART, M. DOREAU : Utilisation digestive des lipides et conséquences de leur introduction sur la digestion du ruminant.
- Y. CHILLIARD, P. BAS, D. SAUVANT, P. MORAND-FEHR : Utilisation métabolique des lipides par le ruminant en lactation.
- P. MORAND-FEHR, Y. CHILLIARD, R. VERITE, P. BAS : Utilisation des matières grasses chez les ruminants : influence sur les performances des vaches laitières.
- M. DOREAU : Appétibilité des concentrés riches en lipides chez la vache laitière.
- M. DOREAU, D. BAUCHART : Optimisation de la digestion des régimes riches en lipides.
- D. SAUVANT, B. MICHALET-DOREAU, M. VERMOREL : La valeur énergétique des matières grasses de la ration des ruminants laitiers.

Une réunion d'Endocrinologie s'est tenue à Valence (Espagne) du 8 au 10 novembre 1984. Deux communications ont été présentées :

- M.J. DAVICCO, M. DALLE, P. THIVEND, J.P. BARLET : Réponse endocrinienne des veaux recevant un implant sous-cutané d'acétate de trembolone et d'œstradiol.
- A. SAFWATE : Réponse minéralocorticoïde du veau nouveau-né à l'arginine vasopressine ou à un diurétique.

Un symposium international sur « **Interactions of magnesium and potassium on cardiac and vascular smooth muscle** » s'est tenu à Montbazou du 8 au 11 novembre 1984 :

- Y. RAYSSIGUIER : Role of magnesium and potassium in pathogenesis of arteriosclerosis.

Un colloque de la Société française de Buiatrie (GRDEPV) s'est tenu à Lyon les 15 et 16 novembre 1984 sur la Cryptosporidiose des bovins.

- M. CONTREPOIS, Ph. GOUET, Muriel NACIRI ont présenté une communication sur la « Cryptosporidiose expérimentale chez des chevreaux et des agneaux axéniques ».

Le II^{ème} Symposium international en Reproduction animale s'est tenu à Lisbonne du 21 au 24 novembre 1984. Michèle CHASSAGNE a présenté la communication suivante : « Influence des acides gras d'origine alimentaire sur la synthèse des prostaglandines ».

Lors d'un séminaire organisé par l'Ecole Polytechnique de Zürich (Suisse) le 26 novembre 1984, Y. CHILLIARD a effectué une conférence intitulée : « Données récentes sur le métabolisme lipidique de la vache laitière ».

Une réunion des Microbiologistes de l'INRA sur le « Rôle et intérêt des plasmides en microbiologie appliquée » et sur les Interactions bactériennes » s'est tenue les 4 et 5 décembre 1984 à Chantilly. Deux communications ont été présentées :

- M. CONTREPOIS : Plasmides et virulence bactérienne : cas particuliers des colibacilles.
- M. DER VARTANIAN : Plasmides impliqués dans la chélation et le transport du fer chez certaines souches de *E. coli* à potentialité pathogène.

Le douzième colloque français annuel sur le magnésium s'est tenu au CHU de Cochin-Port-Royal à Paris, le 8 décembre 1984. Trois communications ont été présentées :

- E. GUEUX, Y. RAYSSIGUIER : Activité post-héparine chez le rat hyperlipémique carencé en Mg.
- Y. RAYSSIGUIER, E. GUEUX, Ph. CARDOT, G. THOMAS, A. ROBERT, G. TRUGNAN : Effet du déficit magnésique sur la composition en acides gras plasmatiques et sur la fonction plaquettaire chez le rat.
- G. THOMAS, G. TRUGNAN, Ph. CARDOT, E. GUEUX, Y. RAYSSIGUIER : Influence de la teneur du régime en magnésium et en acides gras essentiels sur l'incorporation plaquettaire d'acide arachidonique chez le rat.

Des journées nationales d'information de l'Association française de Zootechnie (A.F.Z.) se sont tenues à Paris du 16 au 19 décembre 1984 :

- Y. RAYSSIGUIER, A. MAZUR : Pathologie associée à la lipomobilisation en début de lactation.

*Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique*

Directeurs de la Publication : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St-Cyr - 78000 Versailles
Dépôt légal : 2^{ème} trimestre 1985
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP